

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalouden insinööri

2022

Elisa Ojala

HENKILÖSTÖRESURSSIEN OPTIMOINTITYÖKALUN RAKENTAMINEN LOGISTIIKKAYRITYKSESSÄ

– Menetelmänä MOST -työntutkimus



TURKU AMK

TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tuotantotalouden insinööri

2022 | 76 sivua

Elisa Ojala

Henkilöstöressurssien optimointityökalun rakentaminen logistiikkayrityksessä

- Menetelmänä MOST -työntutkimus

Tämän opinnäytteen tarkoituksena on suorittaa työntutkimus sisälogistiikan levyhallin työtehtävistä. Työntutkimuksen tarkoituksena on mitata henkilöstöressurssien todellinen tarve ja kehittää tutkittujen tietojen pohjalta henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu henkilöstösuunnittelun tehostamiseksi. Työkalulla pyritään mahdollistamaan henkilöstösuunnittelu, jossa henkilöstöressurssien määrä on optimoitu materiaalivirran volyymin vastaavalle tasolle. Tavoitteena on vähentää henkilöstöressurssien hukkaa ja saavuttaa kustannussäästöjä. Työmenetelmiä tarkastellaan kriittisesti ja esitetään kehitysehdotuksia työprosessien sujuvoittamiseksi sekä työn laadun, työskentelyergonomian ja turvallisuuden parantamiseksi.

Työntutkimus suoritetaan liikeaikatutkimus Basic MOST -menetelmällä. Materiaalivirran volyymin analysoidaan Excel -funktioiden, -kaavojen ja Pivot -taulukoiden avulla. Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu rakennetaan Excel -sivulle, ja työkaluun ohjataan työntutkimuksen tulokset sekä materiaalivirran volyymitutkimuksen tulokset. Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu saadaan otettua onnistuneesti työnjohdon käyttöön henkilöstösuunnittelun optimoimiseksi. Työmenetelmien kehitysehdotukset simuloidaan työntutkimuksen analyysiin vaikuttavuuden arvioimiseksi. Simuloinnin perusteella työprosesseja voidaan tehostaa jo lyhyellä aikavälillä yhteensä 24 prosenttia. Lisäksi kehitysehdotukset vaikuttavat positiivisesti työhyvinvointiin.

Asiasanat:

työntutkimus, MOST, henkilöstöressurit, sisälogistiikka, optimointityökalu

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Industrial Management Engineering

2022 | 76

Elisa Ojala

Designing a Process Information Tool for Optimizing Human Resources in a Logistics Company

- MOST Technique as a Method

The goal of this thesis is to conduct a work research on the work processes of an internal logistics disc hall. The purpose of the work research is to measure the true need of human resources and to develop a process intelligence tool to improve on the planning of human resources management on the basis of the research data. The tool aims to enable human resources planning in which the amount of human resources is optimized to a level corresponding to the volume of material flow. The goal is to reduce the waste of human resources and to achieve cost savings. During the research work methods are critically reviewed and development proposals are presented to streamline work processes and to improve on the quality of work, ergonomics and safety.

The work research is performed using the Basic MOST method. Material flow volume is analyzed using Excel functions, formulas, and Pivot tables. The process intelligence tool is built on a single Excel page, and the results of the work research as well as the results of the material flow volume analysis are directed to the tool.

The process intelligence tool can be successfully deployed by the management to optimize human resources. Suggestions for the development of working methods are simulated in the MOST analysis to assess their effectiveness. Based on this simulation, work processes can be made more efficient by a total of 24 per cent in the short term. In addition, development proposals present a positive effect on the well-being of employees.

Keywords:

work research, MOST, human resources, in-house logistics, process intelligence tool, optimization

Sisältö

Johdanto	8
Henkilöstöjohtaminen	10
2.1 Tiedolla johtaminen	11
2.2 Henkilöstöressurssien optimointi	11
2.3 Henkilöstöjohtaminen ja lainsäädäntö	13
Työntutkimus	15
3.1 Työntutkimuksen näkökulmat	16
3.2 Työntutkimuksen aikalajit	17
3.3 Tutkimusmenetelmiä	20
3.3.1 Havainnointitutkimus	20
3.3.2 Kelloaikatutkimus	21
3.3.3 Liikeaikatutkimus	21
3.3.4 Aikalaskelmat ja standardiaikajärjestelmät	30
Työnsuunnittelun nykytila	31
4.1 Toimeksiantaja HUB logistics Finland Oy	32
4.2 Varaston materiaalivirta ja layout	32
4.3 Tuotetyypit ja työprosessit	34
4.3.1 A Tuotetyyppi	35
4.3.2 B Tuotetyyppi	36
4.3.3 C Tuotetyyppi	36
4.3.4 D Tuotetyyppi	37
4.3.5 E tuotetyyppi	38
4.4 Henkilöstösuunnittelun nykytila	39
Työntutkimus levyhallissa	42
5.1 Tutkimusmenetelmän valinta	42
5.2 Tutkimuksen dokumentointi	43
5.3 Tutkimusprosessi	44
5.3.1 Tekemisaika ja MOST -analyysin soveltaminen	45

5.3.2 Apuaika, häiriöaika ja ylimääräinen tauko-aika	53
5.3.3 Materiaalivirran volyymin tutkiminen	54
5.4 Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu	57
Tulokset ja kehitysehdotukset	60
6.1 Kehitysehdotukset ja havainnot	61
6.1.1 Sähköinen tiedonkeruu	62
6.1.2 Pakkausalueen layoutin ja työskentelytasojen parantaminen	63
6.1.3 Saapuneen toimituksen havaitseminen	65
6.1.4 Merkkien kirjoittamisen vähentäminen	66
6.2 Kehitystoimien simulaation tulokset	66
6.3 Tulosten luotettavuus, tarkkuus ja häiriötekijät	68
6.4 Tulosten yhteenveto	69
Johtopäätökset	72
Lähteet	75

Liitteet

Liite 1. Siirtää -liikesarjan arvokortti.

Liite 2. Siirtää ohjattuna -liikesarjan arvokortti.

Liite 3. Käyttää trukkia -liikesarjan arvokortti.

Liite 4. Käyttää nosturia -liikesarjan arvokortti.

Liite 5. A tuotetyypin työprosessin vuokaavio.

Liite 6. B tuotetyypin työprosessin vuokaavio.

Liite 7. C tuotetyypin työprosessin vuokaavio.

Liite 8. D tuotetyypin työprosessin vuokaavio.

Liite 9. E tuotetyypin työprosessin työkaavio.

Kuvat

Kuva 1. Henkilöstökäytäntöt (Viitala 2021, 12).	12
Kuva 2. Työn aikalajit (Ahokas ym. 2011, 11).	17
Kuva 3. Siirtää -liikesarja.	23
Kuva 4. Siirtää ohjattuna – liikesarja.	24
Kuva 5. Käyttää työkalua – liikesarja.	26
Kuva 6. Käyttää trukkia – liikesarja.	27
Kuva 7. Käyttää nostinta -liikesarja.	28
Kuva 8. Levyhallin layout.	33
Kuva 9. Kolmivuorojen työajat yksikössä.	40
Kuva 10. Esimerkki MOST -analyysimenetelmän soveltamisesta levyhallissa.	47
Kuva 11. Nosturi -liikesarjan soveltaminen levyhallissa.	49
Kuva 12. MOST -analyysi.	51
Kuva 13. Materiaalivirran volyymitutkimus pakkauslavojen osalta.	55
Kuva 14. Materiaalivirran mediaaniarvot eri viikonpäivinä.	56
Kuva 15. Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalun rakenne.	58

Johdanto

Logistiikka-alalla materiaalivirtojen volyymivaihtelu kasvaa ja logistisissa tarpeissa tapahtuu nykypäivänä yhä nopeammin muutoksia (HUB logistics 2022a). Äkillisten muutosten ennakointi ja niihin varautuminen optimoiduin henkilöstöresurssein vaatii yrityksiltä tehokkaita ja todellisen tiedon pohjalta rakennettuja laadukkaita järjestelmiä sekä henkilöstösuunnitteluosaamista. Henkilöstökustannukset muodostavat logistiikan alalla yleisesti yli puolet varaston kustannuksista (Logistiikan Maailma 2022). Näin ollen kyky skaalata logistiikkatoiminnan henkilöstöressurssien käyttöä ketterästi on alalla merkittävä menestystekijä. Virheellisesti skaalatut henkilöstöressurssit vaikuttavat suoraan operatiivisella tasolla prosessien sujuvuuteen, tuottavuuteen ja tehokkuuteen vaikutusten samanaikaisesti ulottuessa koko liiketoiminnan kannattavuuteen, henkilöstön hyvinvointiin sekä asiakastyytyväisyyteen.

Opinnäytetyön toimeksiantona suoritetaan logistiikka-alan yritykselle HUB logisticsille MOST -analyysimenetelmällä (*Maynard Operation Sequence Technique*) työntutkimus ja rakennetaan työnjohdon tueksi henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu Microsoft Excel -sovellukseen. Tutkimus- ja kehitystyö kohdistuvat Turussa operoivaan yksikköön, joka on vuoden 2021 huhtikuusta alkaen toiminut asiakasyrityksen tiloissa ulkoistettuna metallilevyjen ja -profiilien sisälogistiikan tehtävien palveluntuottajana. Tavoitteena on, että henkilöstöressurssien suunnittelutyökalun avulla henkilöstösuunnittelua voidaan kehittää ja resurssien käyttöä optimoida siten, että henkilöstöressurssien käytön taso vastaa todellista yksikön läpi virtaavan materiaalin käsittelemisen resurssitarvetta. Hukka vähenee ja kustannustehokkuus sekä laatu paranevat, kun työtehtävissä työskentelee jatkossa optimaalinen määrä työntekijöitä. Todellisen resurssitarpeen ollessa tiedossa työkuorma on mahdollista tasapainottaa eri vuorojen sekä työntekijöiden kesken ja siten parantaa työssä jaksamista.

Yksikössä käytössä olevia toimintamalleja, varusteita, koneita ja alueen layoutia on tarkoitus tarkastella kriittisesti ja esittää kehitysehdotuksia. Tavoitteena on,

että kehitysehdotusten pohjalta voidaan parantaa työskentelyergonomiaa, työprosessien sujuvuutta ja toimintatapoja siten, että virheet vähenevät, toiminta tehostuu ja henkilöstön työturvallisuus paranee. Suoritettava työntutkimus mahdollistaa jatkossa lisäksi työn ja tehokkuuden seurannan sekä erilaisten tulosperusteisten bonusjärjestelmien kehittämisen henkilöstöjohtamisen tueksi.

Työntutkimus auttaa arvioimaan nykyisiä hinnoitteluperiaatteita ja mahdollistaa esimerkiksi suoriteperusteisen hinnoittelun harkitsemisen. Paikallisesti tutkitun tiedon avulla palvelua on mahdollista räätälöidä yhä enemmän asiakasyrityksen tarpeisiin soveltuvaksi. Lisäksi yleistä palvelun kehitys- ja kasvupotentiaalia voidaan läpinäkyvöittää asiakkaalle. Tämä nostaa asiakastyytyvyyttä ja sitouttaa asiakasta yritykseen.

Henkilöstöjohtaminen

Henkilöstöjohtamisen tavoitteena on johtaa työn teknisten ja sosiaalisten tekijöiden muodostamaa kokonaisuutta siten, että yrityksen tavoitteet saavutetaan. Johdettavia osa-alueita ovat henkilöstön suoriutumisedellytykset, työn organisointi- ja toteutustavat sekä työn tulokset ja vaikutukset. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016, 243–244.) Henkilöstöjohtamisen tehtävät koostuvat suunnittelusta, toiminnan ohjaamisesta, arvioinnista ja jatkuvasta kehittämisestä (Viitala 2021, 12–13).

Henkilöstön suoriutumisedellytykset muodostuvat työntekijöiden sitoutuneisuuden, taipumuksien, mielenkiinnon kohteiden, aiempien osaamisten, koulutusten ja kokemusten perusteella. Suoriutuminen ja tuottavuus paranevat soveltuviin tehtäviin ohjaamisella. Merkityksellinen ja soveltuva työ, sujuvat ja turvalliset prosessit sekä johdon ja työympäristön tuki ja ohjaus parantavat niin henkilöstön motivaatiota kuin myös työprosessin tuottavuutta ja laatua. (Martinsuo ym. 2016, 243–244.)

Työn organisointiin kuuluu käytettävien resurssien, kuten tilojen, koneiden ja henkilöstöresurssien määrittäminen, roolien ja vastuiden jakaminen sekä toteutustapojen, aikataulujen ja työohjeiden suunnittelu. Oleellisessa osassa on myös suunnitelmien jalkauttaminen, seuranta ja kehittäminen. (Viitala 2021, 12; Martinsuo ym. 2016, 243–244.)

Työn tuloksien ja vaikutusten osa-alue viittaa jatkuvaan työn arviointiin ja kehittämiseen parempien tulosten saavuttamiseksi. Työn tuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä, kuten työsuoritusta, työhyvinvointia, työssä kehittymistä ja työilmapiiriä arvioidaan säännöllisesti. Arvioinnin pohjalta toimintaa kehitetään ja uudistetaan, jotta liiketoiminnan tavoitteisiin päästään yhä tehokkaammin. (Martinsuo ym. 2016, 243–252.)

2.1 Tiedolla johtaminen

Yritysten toimintatavat ovat muuttuneet tietojärjestelmien, tekoälyn, koneoppimisen, robotiikan ja algoritmien mahdollistaessa valtaviin tietomääriin yhdistämisen tehokkaasti tulkittavaan muotoon. Tiedolla johtaminen ja informaatiota keräävän ja muokkaavan analytiikan käyttöönotto päätöksenteon tueksi kasvattaa tuottavuutta organisaatioissa ja yhteiskunnissa. Jokainen toiminnan osa-alue ja toteuttamisen tapa voidaan mitata ja arvioida. Työn tuottavuus kasvaa reaaliaikaisen tiedon avulla perusteltujen päätösten tekemisen myötä. (Tienari & Meriläinen 2021, 30–32.)

Tiedon kattavuus ja tiedon luotettavuus vaikuttavat tietopohjan oikeellisuuteen ja tiedon analysoinnilla saavutettavien tulosten luotettavuuteen. Kattavuudella viitataan siihen, kohdistuuko tiedonkeruu oikealle alueelle tutkittavan ilmiön mittaamiseksi ja kuvaamiseksi sekä siihen, kattaako kerätty tieto riittävän laajasti kyseisen alueen. Täydellistä tietoa on hidasta tai usein mahdotonta saavuttaa, mutta tiedon luotettavuuden varmistamisella sekä selkeällä tutkittavan aihealueen tai ongelman määrittelyllä voidaan saavuttaa riittävän yksityiskohtainen kokonaisnäkemys ilmiöstä. (Kamensky 2014, 124–125.)

2.2 Henkilöstöressurssien optimointi

Henkilöstöressurssit pyritään henkilöstöjohtamisen menetelmillä ja tutkitun tilanteen tarpeiden mukaisesti optimoimaan ja kohdentamaan siten, että ne vastaavat todellisen kysynnän tasoa. Optimointi tarkoittaa sitä, että yritys saavuttaa mahdollisimman pienillä kustannuksilla suorituskyvyn, jolla kykenee toimittamaan tuotteet ja palvelut asiakkaille sovitun laatusina, hintaisina sekä oikeilla toimitusajoilla, -määrillä ja -tavoilla. Optimoinnilla pyritään valitsemaan ristiriitaisista tavoitteista kokonaisuuden kannalta paras mahdollinen lopputulos. Tämä tarkoittaa sen tason määrittämistä, jossa tulokset ovat riittävän hyvät ja kustannukset samalla mahdollisimman alhaiset. (Martinsuo ym. 2016, 125–128.)

Erilaisia henkilöstökäytäntöjä henkilöstöressurssien optimointiin on lukuisia ja eri keinojen valinta voi johtaa yhtäläisiin tavoitteisiin. Kuvassa 1. esitetään yleisimpiä henkilöstökäytäntöjä. Henkilöstökäytännöillä, kuten osaamisen tai sisäisen viestinnän kehittämisellä ja henkilöstön palkitsemisella voidaan erityisesti vaikuttaa henkilöstön suoriutumisedellytysten paranemiseen. Työtä voidaan organisoida ja toteutustapoja tehostaa muun muassa henkilöstösiirroilla ja -vähennyksillä, työprosessien ja -tehtävien uudelleenorganisoinnilla sekä työvoiman hankinnalla ja rekrytoinneilla. (Viitala 2021, 12–13.)



Kuva 1. Henkilöstökäytännöt (Viitala 2021, 12).

Henkilöstökäytäntöjen menetelmä työvoiman tarpeen ja henkilöstömuutosten ennakoinnista viittaa henkilöstösuunnitteluun. Työvuorosunnittelu on lyhyen aikavälin henkilöstösuunnittelua. Pitkän aikavälin henkilöstösuunnittelussa ennakoidaan oman henkilöstön ja ulkopuolisen työvoiman määrän ja laadun tarvetta tulevaisuudessa. Henkilöstöressurssitarvetta määriteltäessä on oleellista kartoittaa tehtävien sisällöt, tehtäväkohtaiset työpanostarpeet, tehtävien edellyttämä osaaminen ja mahdolliset fyysiset vaatimukset, joita suorittaminen vaatii. Lisäksi oleellista on arvioida työmenetelmiä, käytettävissä olevia teknologioita, budjettia sekä tilojen, koneiden tai muun kapasiteetin asettamia rajoitteita. (Viitala 2021, 51–53.) Resurssien kapasiteetin eli suurimman

mahdollisen tuotantokyvyn tietyn ajan aikana tulee mahdollistaa yrityksen tavoitellun palvelutason ja tuotannon kokonaisuikataulun toteutuminen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 399.)

2.3 Henkilöstöjohtaminen ja lainsäädäntö

Henkilöstökäytäntöjen soveltamisessa ja henkilöstöressurssien optimoinnissa merkittävässä roolissa on lakien, sopimusten ja vastuullisen johtamisen periaatteiden noudattaminen (Viitala 2021, 14; Martinsuo ym. 2016, 249). Henkilöstöressurssien käyttöä säädellään muun muassa työaikalaisissa, työsopimuslaissa ja työntekijä- ja työnantajajärjestöjen välisissä yleisessä työehtosopimuksessa sekä tavanomaisesti myös toimialakohtaisessa työehtosopimuksessa. Henkilöstösuunnittelussa tulee huomioida muun muassa työaikalain säädökset työajasta, yötyön, ylityön ja lisätyön teettämisestä sekä niiden korvauksista. Lisäksi lepoajat tulee huomioida niin päivittäin, vuorokausittain kuin viikoittain. (Työsuojeluhallinto 2022a.) Henkilöstöressurssien käytöstä tulee sopia hyvissä ajoin työntekijöiden kanssa, jotta ehdot työvuorojen ilmoittamisajasta toteutuvat. Säännöllisen työajan alkamisen ja päättymisen sekä taukojen ajankohdat tulee työaikalain säädösten mukaisesti ilmoittaa kirjallisesti työvuoroluettelolla viimeistään viikkoa ennen kyseisen työviikon alkamista. (Työaikalaki 5.7.2019/872.) Työvuoroluettelosta ja sen ilmoittamisajasta on tavallisesti vielä tarkempia määräyksiä työehtosopimuksissa (Työsuojeluhallinto 2022b).

Työpaikan turvallisuuden, terveellisyden ja muiden työolosuhteisiin tai työkykyyn vaikuttavien asioiden kehittäminen kuuluu työnantajan ja työntekijän väliseen yhteistoimintaan (Työsuojeluhallinto 2021). Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta säätelee työnantajan velvollisuuksia yhteistoiminnan järjestämiseksi. Työsuojeluviranomainen valvoo yhteistoiminnan toteutumista. Lain mukaan yhteistoiminnan tarkoituksena on varmistaa työntekijän mahdollisuus osallistua vuorovaikutteisesti työpaikan turvallisuutta ja terveellisyttä koskevien asioiden käsittelyyn. (Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta 20.1.2006/44.)

Työnantajalla on velvollisuus käsitellä asianmukaisesti ja ajoissa työntekijöiden tai heidän edustajansa kanssa työhön mahdollisesti vaikuttavia asioita, kuten terveellisyttä, turvallisuutta tai muita työolosuhteita koskevia arviointeja, selvityksiä ja suunnitelmia. Työntekijöillä tulee olla aito mahdollisuus vaikuttaa kyseessä oleviin asioihin sekä esittää ehdotuksia ja saada niihin palautetta. Lisäksi yhteistoimintaan kuuluu kehitystoimien toteutumisen seuranta ja vaikutusten arviointi. (Työsuojeluhallinto 2021.)

Työntutkimus

Työntutkimuksen avulla voidaan tarkastella kriittisesti käytössä olevia työmenetelmiä ja niiden avulla saavutettavaa suoritustasoa. Työmenetelmien kokonaisuus muodostuu työnkulun, resurssien sekä työolosuhteiden vaikutuksista työn suorittamiseen. Työnkulku tarkoittaa tuotantoprosessin eri vaiheita, niiden järjestystä ja suorituskykyä. Käytettävissä olevat resurssit, kuten koneet, laitteet, työvälineet ja henkilöstöresurssit vaikuttavat työmenetelmien tehokkuuteen, laatuun ja toimintavarmuuteen. Työskentelytilalla, työskentelyolosuhteilla ja työtapojen turvallisuudella, terveellisyydellä ja ergonomialla on vaikutusta tuottavuuteen sekä henkilöstön työhyvinvointiin, työkyvyn ylläpitoon ja sitoutuneisuuteen. Yhteistyötavoilla, tehtävien jakamisella ja vastuiden määrittelyllä vaikutetaan työn tasapainotukseen ja varmistetaan työnohjaus sekä tiedonkulku henkilöstön välillä. (Martinsuo ym. 2016, 138–140.)

Työntutkimuksen avulla kerättyjen tietojen pohjalta voidaan suunnitella ja käyttöönottaa tehokkaimmat työmenetelmät, jotka perustuvat todelliseen tutkittuun tietoon. Työntutkimuksella työtä voidaan mitata ja työhön tarvittava aika voidaan selvittää. Työntutkimus voidaan kohdentaa joko yksittäiseen työvaiheeseen tai laajempaan kokonaisuuteen, esimerkiksi koko logistiikkaprosessiin. Työntutkimuksen tuloksien perusteella saadaan tietoa resursseista ja niiden käyttöasteista, tuotannon läpäisyajoista sekä mahdollisista virheistä ja häiriöistä. Tulosten pohjalta voidaan sujuvoittaa työprosessia ja parantaa työmenetelmiä. Tutkimustulosten perusteella voidaan arvioida toiminnan itseohjautuvuuden kehittämisen tarvetta esimerkiksi yksittäisen työvaiheen automatisointia. Työohjeiden päivittämisellä sekä ohjauksella varmistetaan, että jokainen työntekijä noudattaa samoja parhaiksi todettuja työmenetelmiä. (Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 6–7.)

3.1 Työntutkimuksen näkökulmat

Työntutkimuksessa tarkastellaan työtä taloudellisesta, teknologisesta ja työntekijän näkökulmasta (Ahokas ym. 2011, 6). Yleisenä tavoitteena työntutkimuksen avulla suunniteltaville kehitystoimille on tehokkuuden parantaminen. Tehokkuus viittaa resurssien korkeaan käyttöasteeseen ja järkevään kohdentamiseen varsinaiseen tuottavaan työhön (Martinsuo ym. 2016, 138).

Taloudellisesta näkökulmasta työntutkimuksella pyritään selvittämään kustannussäästöjä mahdollistavia kehityskohteita, kuten tuotannon pullonkauloja, resurssien hukkaa ja laatuongelmia. Lisäksi tarkkaillaan vaiheita, jotka kuluttavat paljon resursseja, kuten materiaalin siirtoja sekä tutkitaan erilaisia lisäarvon tuottamismahdollisuuksia. (Ahokas ym. 2011, 6.)

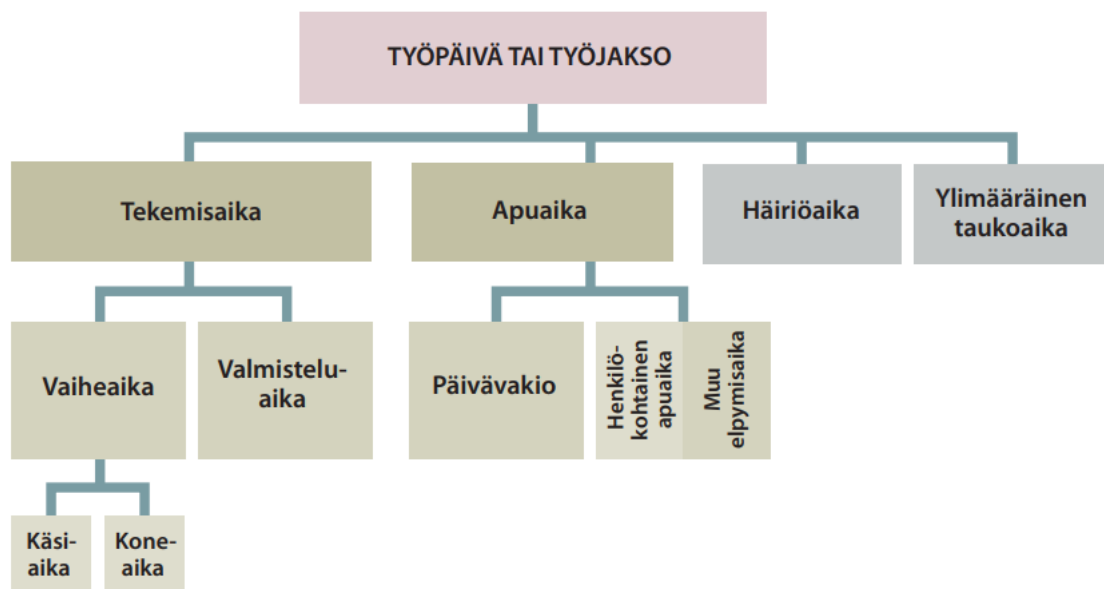
Työntekijän näkökulmasta havainnoidaan muun muassa työn kuormittavuutta, työkuorman tasapainotusta tehtävien ja työntekijöiden välillä, työntekijän ajankäyttöä sekä työnteon turvallisuutta ja ergonomiaa (Ahokas ym. 2011, 6).

Teknologinen näkökulma tarkastelee kriittisesti käytössä olevia koneita ja laitteita sekä työmenetelmiä ja niiden mahdollista vaihtelua eri työntekijöiden välillä (Ahokas ym. 2011, 6).

Kehitystoimilla pyritään ehkäisemään muun muassa työtapaturmia sekä epäselvistä ohjeistuksista tai resurssien vajauksesta johtuvia virheitä tai pullonkauloja. Resurssien organisointi, ajankäyttö, työnkulku ja yksittäiset työvaiheiden osat pyritään järkevöittämään siten, että tuotantoprosessi tehostuu ja tuottavuus kasvaa. Jalostavan työn eli tuotteen tai palvelun arvonnousua tai valmistumista edistävän työajan osuutta pyritään kasvattamaan ja muuta ajankäyttöä vähentämään. Jalostavan työajan osuuden kasvattaminen ja muiden vaiheiden vähentäminen on keskeinen tuottavuuden kehittämismenetelmä. (Ahokas ym. 2016, 8–9.)

3.2 Työntutkimuksen aikalajit

Työjako eli päivittäiseen työsuoritukseen kuuluvat tapahtumat ja niihin kuluva aika jaotellaan työntutkimuksessa erilaisiin aikalajeihin. Työjakson jakaminen aikalajeihin helpottaa tutkimuksen suorittamista sekä tulosten analysointia. Eri aikalajeihin luokittelulla ryhmitellään tapahtumia, joita työsuorituksen läpimeno työjaksossa vaatii ja tarkastellaan jalostavan työajan osuutta. Työntutkimuksessa aikalajeihin jaottelun avulla havaitaan eri lajeihin kuuluvien tapahtumien esiintymisen yleisyys ja resurssienkulutuksen merkittävyys työjakson aikana suhteessa muihin tapahtumiin. Näin suurimpia resursseja vaativien tapahtumien tunnistaminen ja kehityssuunnitelmien sekä tutkimuksen johtopäätösten tekeminen helpottuu. Työntutkimuksessa tehtävät voidaan jakaa tekemisaikaan, apu-aikaan, häiriö-aikaan ja ylimääräiseen tauko-aikaan. Alla olevassa kuvassa 2. havainnollistetaan työn jakautumista aikalajeihin. (Ahokas ym. 2011, 9–11.)



Kuva 2. Työn aikalajit (Ahokas ym. 2011, 11).

Tekemisaikaan kuuluvat suoraan tuotteen tai palvelun valmistumista edistävät tehtävät. Tekemisajan työosat luokitellaan erikseen käsiaikaan ja kone- tai prosessiaikaan. Käsiajan kesto voi vaihdella työnsuorittajan joutuisuuden tai harjaantumisen mukaan. Työn joutuisuus viittaa työmäärään, joka suoritetaan tietyn aikayksikön aikana. Harjaantuminen määrittyy tehtävään perehtyneisyyden ja osaamisen mukaan. Kone- ja prosessiaika määrittyy koneen tai prosessin vakioaikaisen keston mukaisesti eli työntekijän joutuisuudella tai harjaantumisella ei ole keston vaikutusta. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Tekemisajan tapahtumat jaetaan lisäksi valmistelu-aikaan ja vaihe-aikaan. Yhden kerran työvaihetta eli esimerkiksi tuotantosarjaa tai pakkauserää kohden suoritettavat tehtävät kuuluvat valmistelu-aikaan. Tällaisia tehtäviä ovat muun muassa tyhjän pakkauslavan siirtäminen pakkausalueelle ennen pakkauksen aloittamista tai lähetyslomakkeen kiinnittäminen valmiiseen kuormaan. Valmisteluajan merkitys läpimeno-aikaan voi olla merkittävä, koska sarjasuuruuden tyypillisesti pienentyessä valmistelevia vaiheita esiintyy yhä useammin. Vaihe-aikaan kuuluvat ne tehtävät, joita tehdään jokaisen tuotantosarjan tai pakkauserän sisältämän kappaleen kohdalla. Sarjaan tai erään kuuluvien tuotteiden kappalemäärä vaikuttaa siis suoraan vaiheajan tapahtumien esiintymiseen ja keston. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Apu-aikaan luokitellaan ne työssä säännöllisesti suoritettavat tehtävät ja tapahtumat, jotka eivät suoraan edistä tuotteen tai palvelun valmistumista, mutta ovat välttämättömiä työskentelyolosuhteiden ja työhyvinvoinnin ylläpitämiseksi. Apu-aika jaetaan yksityiskohtaisemmin henkilökohtaiseen apu-aikaan, muuhun elpymisaikaan sekä aputehtävien päivävakiioon. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Työ-aikaan kuuluvat tauot, muut henkilökohtaiset tarpeet työvuoron aikana sekä matkat ja siirtymät työn aikana lukeutuvat henkilökohtaiseen apu-aikaan. Muu elpymisaika viittaa työn kuormittavuuden tai työolosuhteiden johdosta välttämättömään henkilökohtaisen apuajan ylittävään työpaikalla sovittuun elpymisaikaan. Työskentelyasennot voivat olla yksitoikkoisia, työskentely voi

vaatia jatkuvaa tarkkaavaisuutta tai työ voi kuormittaa siten, että työhyvinvoinnin ja työn laadun ylläpitämiseksi vaaditaan elpymisaikaa jaksottamaan tehtäviä. Muu elpymisaika voi käsittää esimerkiksi vapaasti pidettäviä verryttelytaukoja tai yhteisiä pidempiä levähdystaukoja. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Päivävakio määritetään tavallisesti havainnointi- tai ajankäyttötutkimuksella tarkastelemalla kaikkia päivittäisiä avustavia tehtäviä, jotka on suoritettava säännöllisesti vaikka ne eivät sisälly kuitenkään varsinaiseen tekemisaikaan tai edistä suoraan tuotteen valmistumista. Päivävakioon luokitellaan kuuluvaksi muun muassa kellokortin leimaaminen työvuoron alkuun ja loppuun, työkoneiden säännöllinen huolto ja pesu sekä työskentelyalueen siivoaminen. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Kaikki työnteon keskeyttävät ennalta odottamattomat häiriöt, kuten viivästyneiden toimitusten odottaminen, rikkoutuneiden koneiden korjaaminen, työvaiheiden epätasapainosta johtuvat viivästykset, virheiden korjaaminen tai kadonneiden työkalujen etsiminen luokitellaan aikalajiluokituksessa häiriöajaksi. Häiriöaikojen esiintymistiheys, kesto tai pituus eivät ole ennalta tiedossa ja niitä tapahtuu satunnaisesti eri päivinä. Työntutkimuksessa niiden osuutta päivittäisestä työajasta voidaan havainnoida ja arvioida. Tärkeää on kirjata tutkimuksessa esiin havaittujen häiriöiden syy ja kesto, jotta niiden poistamiseksi tai vähentämiseksi voidaan kehittää toimenpiteitä. (Ahokas ym. 2011, 11.)

Ylimääräiseen tauko aikaan luetaan esimerkiksi työnteon aloittamisen viivyttäminen tai lopettamisen aikaistaminen vuorovaihdossa. Ylimääräistä tauko aikaa ovat siis kaikki muut kuin häiriö aikaan, henkilökohtaiseen apu aikaan tai elpymisaikaan kuuluvat työnteon keskeytykset, jotka johtuvat työntekijän omasta päätöksestä. Ylimääräisen tauko ajan tunnistaminen muista työnteon keskeytyksistä voi olla haastavaa ja luokittelu suositellaankin suoritettavaksi vasta työntutkimustuloksia analysoidessa, jolloin kokonaiskuva on selkeämmin muodostunut. (Ahokas ym. 2011, 11.)

3.3 Tutkimusmenetelmiä

Työntutkimusmenetelmiä on useita vaihtoehtoisia. Menetelmä valitaan tutkittavan kohteen sekä tutkimuksen tavoitteiden perusteella.

Työntutkimuksessa pääsääntöisesti on tavoitteena tiettyyn työhön tarvittavan ajan selvittäminen, joten tavoitteet ajanmäärityksen tarkkuudesta sekä menetelmän kuvaustarkkuudesta vaikuttavat tutkimusmenetelmän valintaan. Erilaisia työnmittausmenetelmiä ovat havainnointitutkimus, kelloikatutkimus, liikeikatutkimus, aikalaskelmat ja standardiaikajärjestelmät. (Ahokas ym. 2011, 24.)

3.3.1 Havainnointitutkimus

Havainnointi on systemaattista tarkkailua ja se sopii hyvin nopeasti muuttuvien tai vaikeasti ennakoitavien tilanteiden tutkimiseen sekä esimerkiksi vuorovaikutuksen tutkimiseen. Havainnointitutkimus suoritetaan tapahtumien luonnollisissa ympäristöissä ja sen etuna on, että ryhmien tai yksilöiden toiminnasta saadaan kerättyä välitöntä tietoa. (Vilka 2021, 114-115.)

Havainnointitutkimus on työnmittausmenetelmä, jossa merkitään ylös käynnissä oleva tapahtuma aina määräväleihin jaksotetuilla havainnointihetkillä.

Havainnointipisteitä voi olla samanaikaisesti yksikössä useampia, jolloin ajankäytöstä saadaan selkeämpi kokonaiskuva. Työtapahtumat kirjataan aikalahien mukaisesti tekemisaikaan, apuaikaan, tauko-aikaan tai häiriö-aikaan. Mikäli tutkimuksen käyttötarkoitus vaatii, voidaan tapahtumat luokitella myös vielä tätä tarkempiin tutkittavan kohteen perusteella määritettyihin osakokonaisuuksiin, jolloin tuloksista on mahdollista saada yhä tarkempia. Havainnointitutkimuksen avulla saadaan tietoa eri tapahtumien suhteellisesta esiintymisestä työaikana. Tutkimusta suorittaessa voidaan samanaikaisesti tehdä havaintoja myös muun muassa työergonomiasta, työturvallisuudesta, kokonaisajankäytöstä sekä työntekijöiden yhteistyön onnistumisesta. (Ahokas ym. 2011, 24.)

3.3.2 Kelloaikatutkimus

Kelloaikatutkimus voidaan jakaa normaaliaikatutkimukseen ja ajankäyttötutkimukseen. Normaaliaikatutkimus soveltuu suhteellisen lyhytkestoisen käsin vakiomenetelmällä vakio-olosuhteissa suoritettavan työn tutkimukseen. Normaaliaikatutkimuksessa jaoteltujen työerien kesto mitataan ja määritetään työlle joutisuusmääritykset. Mittaustarkkuuteen vaikuttaa työn luonne ja tarkkuuteen voidaan vaikuttaa aikahavaintojen määrän kasvattamisella. (Ahokas ym. 2011, 24–25.)

Jatkuva ajankäyttötutkimus soveltuu pitkäkestoisten sekä harvoin suoritettaviin töihin tai prosesseihin, joiden järjestystä ei osata ennakoida. Työntekijän työskentelyä tai tiettyjä toimintoja seurataan jatkuvasti pitkän aikavälin aikana. (Ahokas ym. 2011, 25.)

3.3.3 Liikeaikatutkimus

Liikeaikatutkimuksessa (MTM, *Methods-Time Measurements*) työvaiheet analysoidaan yksityiskohtaisesti siten, että kaikki työn sisältämät liikkeet ja liikesarjojen tapahtumat, kuten esimerkiksi tarttuminen esineeseen käsin, yksilöidään taulukkoon tunnuskirjaimien ja vakioitujen aikastandardien mukaisesti. Vakioidut aikastandardit eli toiminnon vaativuuden ja keston määrittämät matemaattiset työmäärät poistavat työnsuorittajan joutisuuden tai harjaantumisen vaikutusta työntutkimuksen tuloksiin. Työsuoritukseen kuluva aika siis normalisoidaan. (Ahokas ym. 2011, 25.) Normalisoitu työsuoritus aika tarkoittaa aikaa, jonka työn suorittaminen vaatii keskitasoiselta työntekijältä keskitasoisella suorituksella. Liikeaikatutkimuksessa työsuoritukseen kuuluvien toimintojen matemaattiset työmäärät lasketaan yhteen ja summa jaetaan kymmenellä. Tuloksena saadaan työhön kuluva aika tunteihin ja sekunteihin perustuvana aikayksikkönä TMU:na, joka vastaa 0,036 sekuntia. (Zandin 1989, 11.)

MTM -menetelmä soveltuu lyhytkestoisten ja usein toistuvien töiden tutkimukseen, mutta pidempikestoisten töiden tutkimiseen se on yksityiskohtaisuutensa vuoksi melko raskas- ja hidaskäyttöinen. Menetelmässä jokaista työn suorittamisen liikettä eli toimintoa, kuten käden liike, kehon liike, tarttuminen, ulottautuminen, asettaminen ja irrottaminen, tarkastellaan erikseen kirjaten tarkasti liike ja sen keston ja vaativuuden määrittämä matemaattinen työmäärä ylös. (Zandin 1989, 3–4.)

Liikeaikatutkimuksesta sovellettu menetelmä MOST on MTM -menetelmään verrattuna nopeampikäyttöisempi. MOST -menetelmässä määritetään liikesarjat fyysiselle työlle eli määrättyä kaavaa noudattaville toiminnoille. Liikesarjoihin kuuluvat toiminnot pohjautuvat MTM -menetelmän kanssa samoihin toimintoihin. Toimintoja ovat siirtyä, nousta, kumartua, tarttua, asettaa, siirtää ohjattuna, koneaika, sovittaa, kiinnittää, irrottaa, leikata, käsitellä pintoja, mitata, merkitä ja ajatella. (Zandin 1989, 7–14.) Liikesarjan jokaiselle toiminnolle määritetään vakioitu aikastandardi. Näin liikesarjasta saadaan aikaan selkeä menetelmän kuvaus, josta työn menetelmätaso on vaivattomasti havaittavissa ja kehityskohteet tunnistettavissa. (HUB logistics 2022b.)

MOST -työntutkimus on mahdollista suorittaa Mini, Basic tai Maxi tarkkuudella. Järkevä tarkkuus määrittyy tutkittavan kohteen mukaan. (HUB logistics 2022b.) Mini MOST -menetelmä on tarkin, ja siinä liikesarjojen toimintoja mitataan 0,01 millitunnin eli 0,036 sekunnin tarkkuudella. Tarkkuus soveltuu lyhytkestoisten ja usein toistuvien töiden tutkimiseen. Basic MOST -menetelmällä työtä tutkitaan 0,1 millitunnin eli 0,36 sekunnin tarkkuudella. Tarkkuus soveltuu vaihtelevien ja keskipitkien töiden, kuten suuren osan teollisuuden töistä, tutkimiseen. Maxi MOST -menetelmä soveltuu pitkäkestoisten töiden tutkimiseen ja työntutkimuksen tarkkuus on 1,0 millituntia eli 3,6 sekuntia. (Zandin 1989, 17.) Vastaavalla tarkkuudella suoritettuna eri työntutkimuksista saadaan vertailukelpoisia toisiinsa nähden (HUB logistics 2022b).

Siirtää -liikesarja

Siirtää -liikesarja sisältää toiminnot, joita vaaditaan materiaalin siirtämiseen käsin vapaasti ilmassa ilman apuvälineitä tai rajoitettua liikerataa (HUB logistics 2022b). Alla olevassa kuvassa 3. on havainnoillistettu tunnuskirjaimien merkitys ja koko siirtää -liikesarjan kulku vasemmalta oikealle tarkastellen. Kuvaajan nuolet osoittavat liikkeen tai materiaalivirran suunnan.



Kuva 3. Siirtää -liikesarja.

Liikesarja on tunnuskirjaimin muotoa:

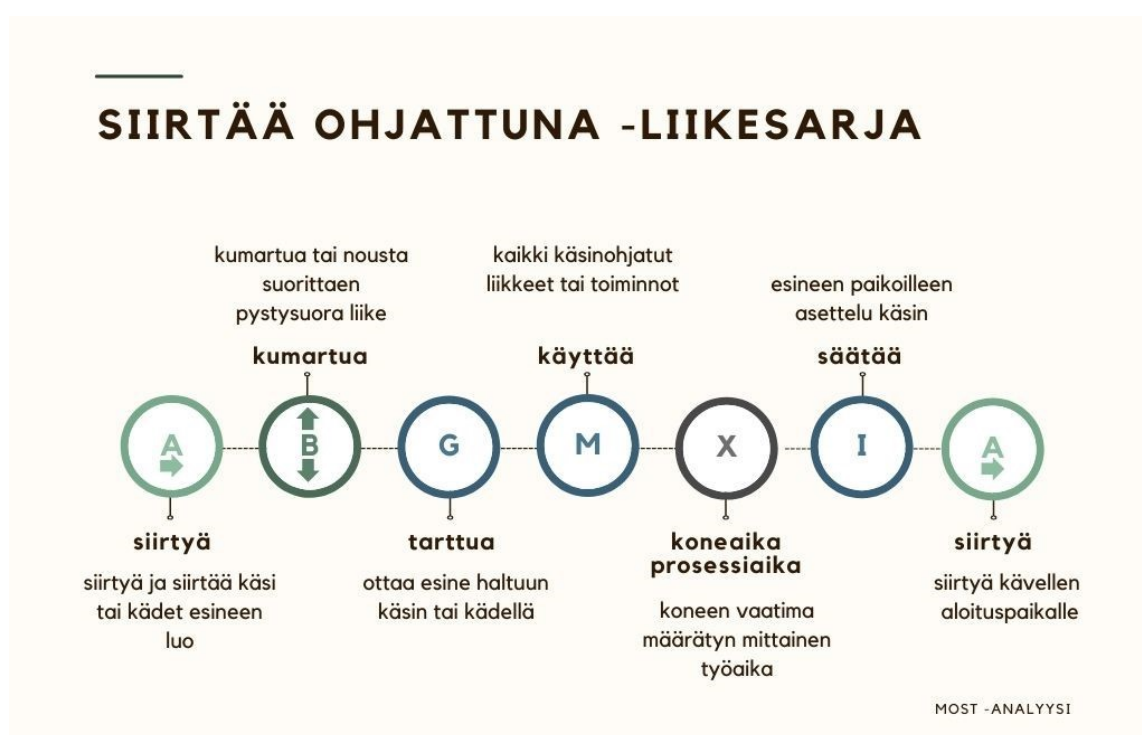
A B G A B P A

Ensimmäiset kolme liikesarjan tunnuskirjainta A, B ja G kuvaavat materiaalin haltuunottoa käsin. Materiaalin luo siirrytään, sen haltuunottamiseksi kumarrutaan tai noustaan ja materiaaliin tartutaan. Seuraavat kolme liikesarjan tunnuskirjainta A, B ja P kuvaavat materiaalin siirtoa alkupisteestä loppupisteeseen. Materiaalin kanssa siirrytään loppupisteeseen, materiaalin

asettamiseksi kumarrutaan tai noustaan ja materiaali asetetaan kohteeseen. Viimeinen liikesarjan tunnuskirjain A kuvaa tekijän paluuta aloituspaikalle tai joissakin tapauksissa kävelyä seuraavan liikesarjan aloituspaikalle. (HUB logistics 2022b.)

Siirtää ohjattuna -liikesarja

Siirtää ohjattuna -liikesarja kuvaa materiaalin siirtoa, joka tapahtuu käsivoimin ohjattua reittiä pitkin. Ohjattu reitti tarkoittaa sitä, että liikerata on rajoitettua vähintään yhdestä suunnasta joko toisen materiaalin kosketuksella tai kiinnityksellä tai vaihtoehtoisesti liike tapahtuu ohjatun reitin mukaan. (HUB logistics 2022b.) Kuvassa 4. havainnollistetaan siirtää ohjattuna -liikesarjan tapahtumia.



Kuva 4. Siirtää ohjattuna -liikesarja.

Liikesarja on tunnuskirjaimin muotoa:

A B G M X I A

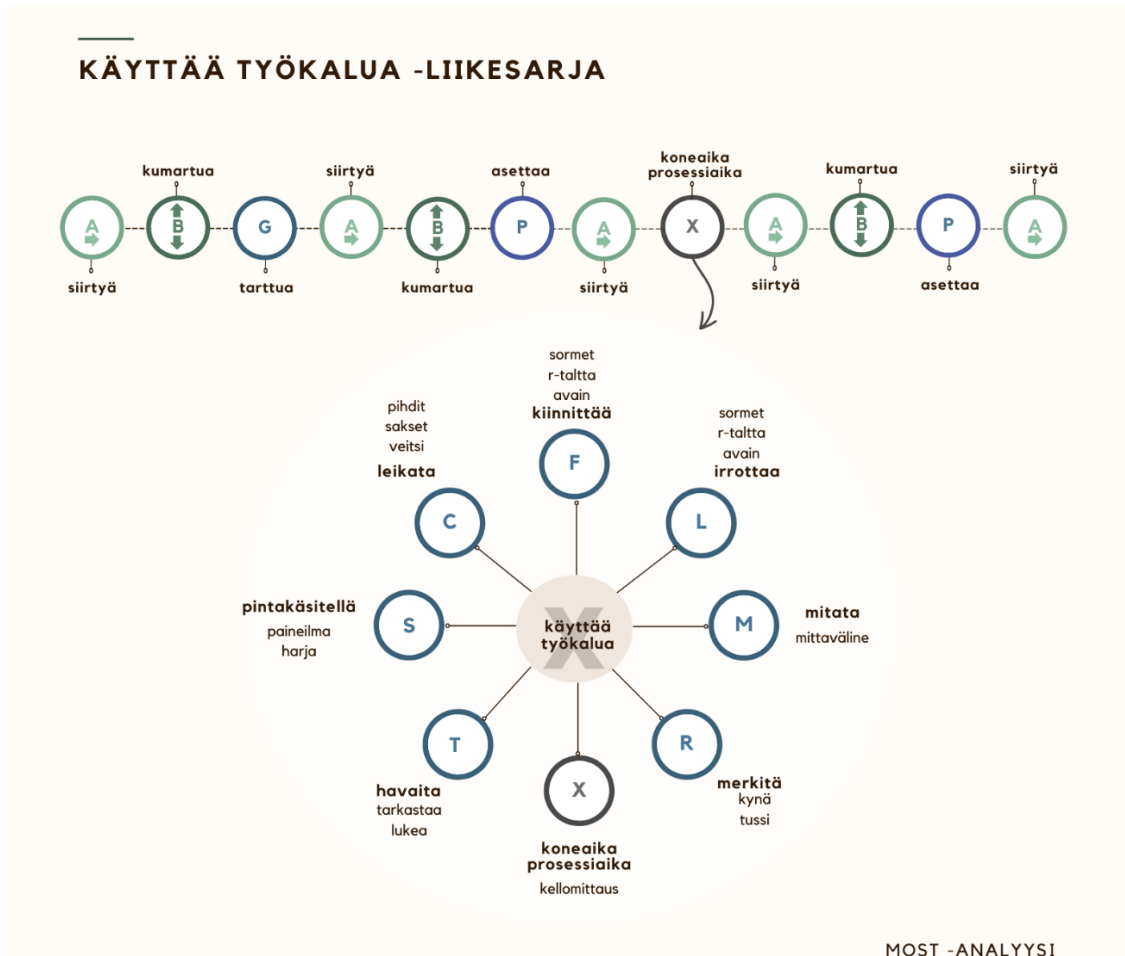
Tunnuskirjaimista kolme ensimmäistä A B ja G vastaavat aiemmin esitetyn siirtää -liikesarjan toimintoja materiaalin haltuunotosta käsin. Seuraavat liikesarjan tunnuskirjaimet M X I liittyvät ohjatun reitin tai toisen materiaalin kiinnittymisen määrittämiseen. Näistä tunnuskirjain M merkitsee toimintoa käyttää, joka viittaa kaikkiin käsinohjattuihin toimintoihin tai liikkeisiin.

Tunnuskirjain X tarkoittaa koneaikaa eli koneen vaatimaa määrätyn mittaista työaikaa, jonka nopeuteen työntekijän toiminnalla ei ole vaikutusta.

Tunnuskirjain I tarkoittaa säätämistä eli toiminto viittaa materiaalin paikoilleenasetteluun käsin koneajan tai ohjatun liikkeen päätyttyä. (HUB logistics 2022b.)

Käyttää työkalua -liikesarja

Käyttää työkalua -liikesarja kuvaa toimintaa, jonka suorittamiseen käytetään työkalua. Liikesarjassa yhdistyvät siirtää ja siirtää ohjattuna -liikesarjat, joiden lisäksi sarja sisältää työkalun käytön. (HUB logistics 2022b.) Alla olevassa kuvassa 5. havainnollistetaan graafisesti käyttää työkalua -liikesarjan tapahtumat.



Kuva 5. Käyttää työkalua -liikesarja.

Liikesarja on tunnuskirjaimin muotoa:

A B G A B P A x A B P A

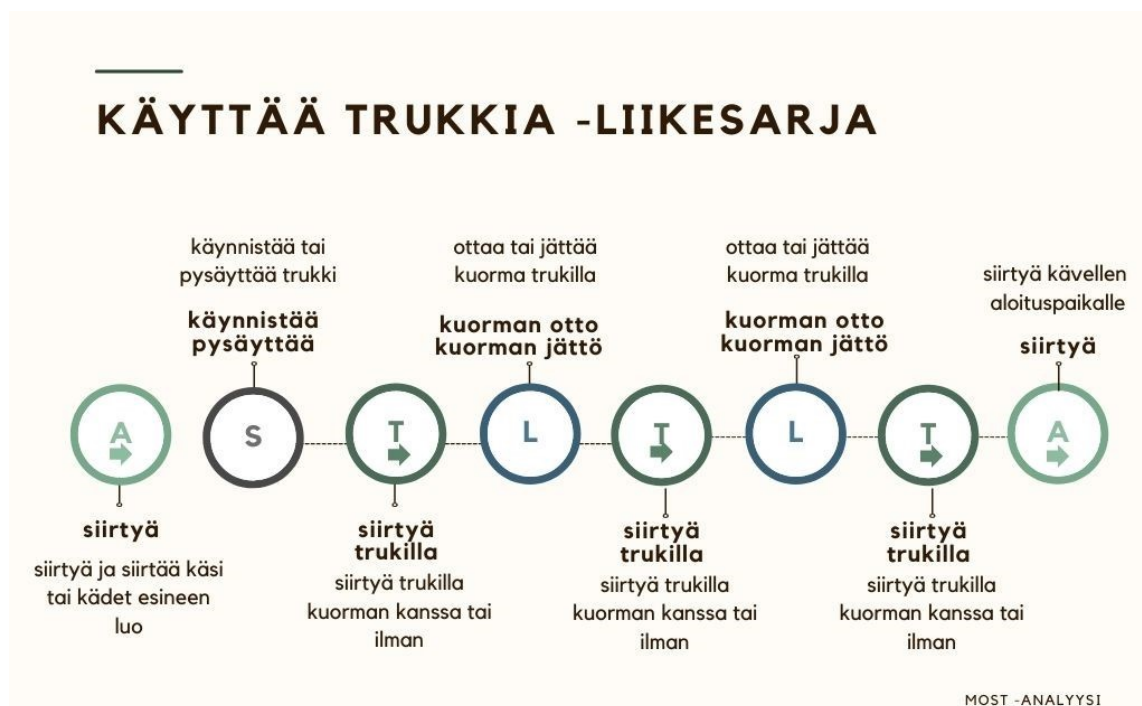
Ensimmäiset seitsemän käyttää työkalua -liikesarjan toimintoa vastaavat siirtää -liikesarjaa kokonaisuudessaan. Tässä osuudessa siis kuvataan työkalun haltuunotto sekä siirto työskentelypisteelle. Liikesarja jatkuu työkalun käytön määrittämisellä, ja vaihtoehtoja käyttömenetelmän kirjaamiselle MOST -analyysiin on kahdeksaa eri tyyppiä. Eri vaihtoehdot määrittävät työkalun ja työskentelymenetelmän mukaan. Eri työskentelymenetelmiä ja niiden tunnuskirjaimia ovat kiinnittäminen F, irrottaminen L, leikkaaminen C, mittaaminen M, merkitseminen R, pintakäsittely S, havaitseminen T ja koneaika X eli koneen määrittämä työskentelyn vakiokesto. Viimeiset neljä työkalu -

liikesarjan tunnuskirjainta kuvaavat työkalun palauttamista paikalleen sekä tekijän siirtymistä takaisin aloituspaikalle. (HUB logistics 2022b.)

Huomionarvoisaa on, että MOST -analyysimenetelmässä myös käsivarsien tai sormien avulla työskentely luokitellaan kuuluvaksi työkalu -liikesarjaan, mikäli niitä käytetään jonkin työkalu -liikesarjan työskentelymenetelmän suorittamiseen. Esimerkkinä käsien käytöstä työvälineenä toimii ketjun irrottaminen käsiä käyttäen koukusta tai ketjun kiinnittäminen koukkuun. Samoin tekstin tai merkintöjen lukeminen luokitellaan työkalu -liikesarjaan, jotta havainnoimisajalle saadaan liikesarjaan kirjattua tunnuskirjain ja määritettyä tapahtumalle kesto. (HUB logistics 2022b.)

Käyttää truckia -liikesarja

Käyttää truckia -liikesarja kuvaa materiaalinsiirtoja, jotka suoritetaan trukin avustuksella. Alla olevassa kuvassa 6. esitetään havainnollistavasti liikesarjan tapahtumat ja materiaalinsiirtojen suunta nuolien avulla



Kuva 6. Käyttää truckia -liikesarja.

Liikesarja on tunnuskirjaimin muotoa:

A S T L T L T A

A tunnuskirjain viittaa työntekijän suorittamiin siirtymisiin, T tunnuskirjain trukin avustamiin siirtymisiin ja L tunnuskirjain trukin käynnistykseen, pysäytykseen sekä kuorman ottoon ja jättöön. Liikesarjan ensimmäiset kolme tunnuskirjainta A, S ja T kuvaavat työntekijän siirtymistä trukille, trukin käynnistystä sekä tyhjän trukin siirtoa kuormalle. Seuraavat kolme tunnuskirjainta L, T ja L kuvaavat kuorman lastaamista trukille, siirtymistä kuorman sijoituspaikalle sekä kuorman jättöä. Tämän jälkeen tunnuskirjaimet T ja A viittaavat toimintoihin, joissa tyhjä trukki siirretään säilytyspaikalleen ja työntekijä palaa takaisin aloituspisteeseen. (HUB logistics 2022b.)

Käyttää nostinta -liikesarja

Käyttää nostinta -liikesarja kuvaa toimintaa, jonka suorittamiseen käytetään nostinta. Alla olevassa kuvassa 7. esitetään havainnollistavasti liikesarjan tapahtumat ja materiaalinsiirtojen suunta nuolien avulla.



Kuva 7. Käyttää nostinta -liikesarja.

Liikesarja on tunnuskirjaimin muotoa:

A T K F V L V P T A

Liikesarjassa A tunnuskirjain kuvaa siirtymistä ensin jalkaisin työskentelypisteelle ja T viittaa tyhjän nostimen siirtämiseen kuormalle. Tunnuskirjain K viittaa kuorman kiinnitystä nostoliinoilla tai koukuilla nostimeen ja F kuorman vapauttamista noston alussa ympäristöstään. Tunnuskirjain V kuvaa kuorman nostamista nosturilla siirtokorkeudelle ja tunnuskirjain L kuorman vaakasiirtoa kohteeseen. Kuorma lasketaan ja asetetaan oikealle paikalle, jonka jälkeen nostin siirtyy tyhjänä pois. Viimeisenä palataan jalkaisin aloituspaikalle tai jatketaan seuraavalle kohteelle. (HUB logistics 2022b.)

Liikesarjojen arvoindeksien määrittäminen

Liitteiden 1–4 taulukoissa esitetään liikesarjojen siirtäjä, siirtäjä ohjaten, käyttää trukkia ja käyttää nostinta matemaattisten työmäärien arvokortit Basic MOST -työntutkimuksen tarkkuudella. Arvokorteissa arvoindeksitaulukko on eritelty jokaiselle liikesarjan tunnuskirjaimelle erikseen. Arvokortissa arvot kasvavat sen mukaisesti, kuinka pitkäkestoista ja voimaa tai tarkkuutta liikesarjan toimintoa on suorittanut. (HUB logistics 2022b.)

Työkalu -liikesarjassa työkalun käyttöä kuvaavien tunnuskirjainten matemaattinen työmäärä määritetään yksityiskohtaisesti jokaiselle eri työskentelymenetelmälle. Lisäksi jokaisen työskentelymenetelmän arvoa määrittäessä yksilöidään arvo menetelmässä vaihtoehtoisesti käytettäville eri työkaluille sekä tutkitaan vaaditaanko työmenetelmässä työnsuorittajalta käsivarsien liikettä vai ainoastaan sormien tai ranteen liikettä. Lisäksi tarkastelun kohteena on, käytetäänkö työkalua esimerkiksi vääntäen, asetellen, veivaten vai iskien ja kuinka monta kertaa kyseisiä toimenpiteitä suoritetaan. (HUB logistics 2022b.)

3.3.4 Aikalaskelmat ja standardiaikajärjestelmät

Aikalaskelmia hyödynnetään koneen tai prosessin ajankäytön tutkimiseen. Koneen tai prosessin suoritusarvot selvitetään ja niiden perusteella vakioidaan aikatekijät ja lasketaan työvaiheen kesto. (Ahokas ym. 2011, 25.)

Standardiaikajärjestelmä määrittää laskennallisesti työajan keston. Tutkimusmenetelmässä sovelletaan tietoa työnosien sisällöstä, työmenetelmistä ja niille määritellyistä ajoista. Menetelmän avulla luodaan kuvaus työstä, sen osista ja työhön tarvittavasta ajasta. Menetelmä soveltuu muun muassa kannustavan palkkausjärjestelmän tutkimiseen, työsuunnitteluun, kustannus- ja toimintolaskentaan sekä tarjousten hinnoitteluun. (Ahokas ym. 2011, 25.)

Työnsuunnittelun nykytila

Opinnäytetyön toimeksiantona suoritetaan työntutkimus logistiikka-alan yritys HUB logisticsin Turun yksikössä, joka toimii ulkoistettuna sisälogistiikan palveluntarjoajana asiakasyrityksen tiloissa. Lisäksi työntutkimuksen pohjalta rakennetaan henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu yksikön työnjohdon tueksi. Toimeksianto rajataan kohdistumaan yksikön toiminta-alueella levyhalli yhteen, jossa vastataan viiden eri tuotetyypin sisälogistiikasta. Muissa yksikön halleissa on tarkoitus suorittaa työntutkimus myöhemmin. Työntutkimuksen suorittamisen ja henkilöstöressurssien suunnittelutyökalun rakentamisen tarkoituksena on selvittää yksityiskohtaisesti hallissa tapahtuvat työprosessit ja tutkitun tiedon pohjalta tehostaa ja optimoida toimintaa. HUB logisticsin kyseisessä yksikössä ei ole aikaisemmin suoritettu työntutkimuksia. Ensimmäisen työntutkimuksen tekeminen ja resurssityökalun rakentaminen antavat selkeät suuntaviivat yksikön tuleville työn- ja resurssienkäytön tutkimuksille.

Yksikkö on toiminut asiakasyrityksen tiloissa vuoden ajan, jonka aikana asiakkaan liiketoiminnasta on muodostunut kattava kuva ja alueella yhteisissä tiloissa toimivien toimijoiden luottamus toisiinsa on kasvanut. Niin yritysyhteistyön kuin myös HUB logisticsin sisälogistiikan palveluiden toimintamallit ovat vähitellen muotoutuneet. Työntutkimuksen suorittaminen on ajankohtaista tehokkuuden, toimintamallien ja sidosryhmäyhteistyön kehittämisen jatkumiselle. Merkittävä syy työntutkimukselle on se, että työnjohdolla ei ole tällä hetkellä käytössä työkalua resurssien suunnitteluun, eikä materiaalivirran volyyymia mitata tai seurata yksikössä. Näin ollen mahdolliseen materiaalivirran volyyymivaihteluun varaudutaan mahdollisesti ylimitoitetuilla henkilöstöressursseilla, jotta tavoitteet saapuneiden toimitusten käsittelyajasta saavutetaan. Mahdollista palvelutavoitteiden mukaista suoritusperusteista hinnoittelua ei saada myöskään toteutumaan nykytilanteessa ilman tutkittua tietoa.

4.1 Toimeksiantaja HUB logistics Finland Oy

HUB logistics on vuonna 1992 perustettu suomalainen logistiikka-alan yritys. Ensimmäisinä toimintavuosinaan yritys keskittyi tarjoamaan logistiikka-alan yrityksille laatujärjestelmien koulutusta ja konsultointipalveluja. Palvelut ovat ajan kuluessa kehittyneet asiakastarpeiden muutosten myötä yhä kokonaisvaltaisemmiksi, ja nykyään HUB logistics tarjoaa muun muassa varastoinnin, sisälogistiikan ja puunpakkauksen ulkoistuspalveluita. Kokonaisvaltaiseen palveluun sisältyy niin tietojärjestelmien, tilojen kuin materiaalivirtojen hallintaa. Lisäksi yritys tarjoaa toimitusketjukonsultointia sekä monipuolisia yrityksille räätälöitäviä lisäarvopalveluita, kuten esiasennusta, lähisiirtoja sekä laadunvalvontaa. Yrityksen missiona on muuttaa logistiikkaa uusilla palveluinnovaatioilla. Yritystoiminnan keskiössä ovat ympäristösertifikaatin ISO 14001 ja laatusertifikaatin ISO 9001 soveltaminen. (HUB logistics 2022c.)

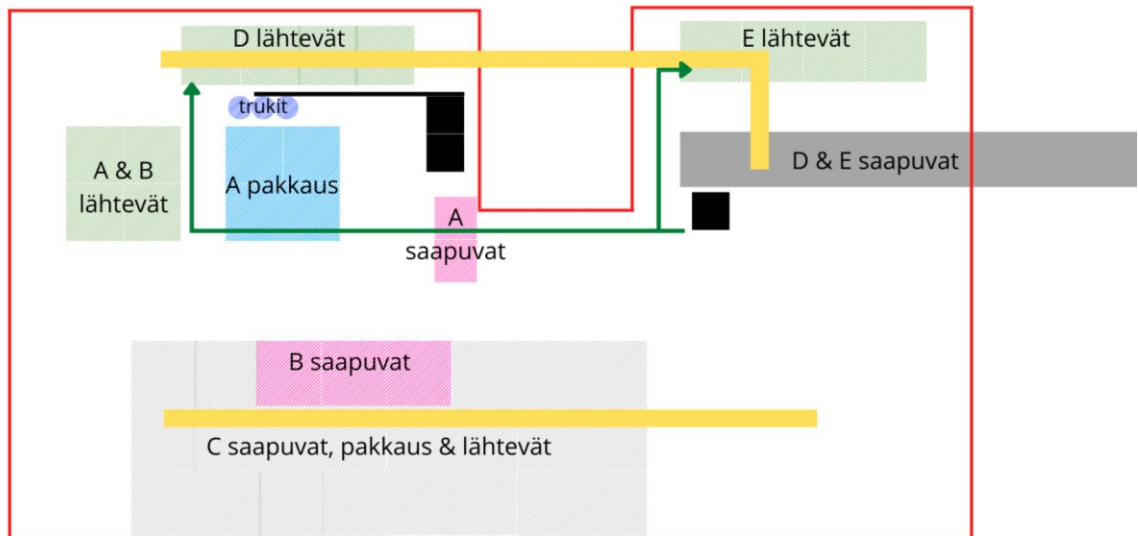
HUB logistics toimii 12 eri paikkakunnalla ja vuoden 2021 liikevaihto oli 31,9 miljoonaa. Työntekijöitä yrityksessä on 300. HUB logistic Finland Oy on yhtiön operatiivinen emoyhtiö, jonka tytäryhtiöitä ovat HUB logistics Packaging Oy, HUB logistics Service Oy, HUB logistics 3PL Oy ja HUB logistics Handling Oy. (HUB logistics 2022c.)

4.2 Varaston materiaalivirta ja layout

Levyhallissa HUB logisticsin tarjoamiin sisälogistiikan palveluihin kuuluu yksikköön toimitettujen teräslevyjen ja -profiilien vastaanottaminen, silmämääräinen laaduntarkastus, pakkaaminen, lähetysosoitteiden kirjaus ja lähetysten siirto lähetyspisteelle.

Levyhallin suuntaa antava layout on kuvattu kuvassa 8., jossa HUB logisticsin yksikön toiminta-alue on rajattu punaisella. Yksikön alue leikkaa suuren hallin pitkittäin siten, että molemmin puolin sijaitsee asiakasyrityksen tai muiden ulkoistettujen toimijoiden soluja. Materiaali virtaa hallin läpi pääsääntöisesti

siten, että saapuvat toimitukset toimitetaan halliin oikealta ja pakatut tuotteet lähtevät jatkokuljetukseen layout-kuvasta katsoen vasemmalta nosto-ovista.



Kuva 8. Levyhallin layout.

Suuria levyjä ja profiileja vaakasuoralla radalla kuljettava rullarata on merkitty layout -kuvaan tummanharmaalla oikealle. Hallissa suurikokoisten materiaalien siirtoon hyödynnetään lisäksi kahta erillistä kattonosturia, joiden toiminta-alueet on kuvattu layout -kuvaan suuntaa antavasti keltaisella.

HUB logisticsin yksikön eri tuotetyyppien saapumis-, pakkaus- ja lähetysalueet on merkitty layout-kuvaan tuotetyyppien tunnuksin. Ensimmäiseen tuotetyyppiin viitataan tunnuksella A ja tuotetyppi käsittää levyhallissa käsiteltävät pienet metallit. Toinen tuotetyppi on keskisuuret metallit, johon viitataan tunnuksella B. Kyseisten kevyempien trukilla ja käsivoimin siirrettävien A ja B tuotetyypin saapumis-, pakkaus- ja lähetysalueet sijaitsevat hallin lähtevien toimitusten päädyn nosto-ovien läheisyydessä. Kolmas tuotetyppi on suuret metallit, jota merkitään C tunnuksella. C tuotetyypin alue sijaitsee hallin keskellä, missä tuotteet vastaanotetaan, siirretään ja pakataan nosturin avulla. Tuotetyppi D viittaa metallilevyihin ja E metalliprofiileihin, jotka molemmat toimitetaan halliin yksi levy tai profiilierä kerrallaan rullaradan pituudella. Rullaradalta D ja E tuotetyypit siirretään kattonosturilla layout -kuvaan merkityille lähetyspisteilleen.

Kulku jalkaisin rullaradalta kyseisten tuotetyyppien lähetyspisteille on merkitty kuvioon vihreillä nuolilla.

Rullaradan ja A tuotetyypin pakkausalueen välisellä alueella sijaitsee toisen toimijan solu, jonka eteen A pakkausalueelta katsoen on sijoitettu HUB logisticsin yksikön päätyöpöytä sekä tietokone. Tätä työpöytäpistettä käytetään lisäksi työskentelyvälineiden ja paperisten toimituslistojen säilyttämiseen. Rullaradan aidan vieressä radan kaakkoispuolella sijaitsee HUB logisticsin toinen työpiste. Trukkien säilytysalue sijaitsee A tuotetyypin pakkausalueen vieressä.

4.3 Tuotetyypit ja työprosessit

Seuraavaksi kuvataan tarkemmin levyhalli yhdessä käsiteltävät viisi eri tuotetyyppeä sekä niiden työprosessit. Kokonaisuudessaan materiaalivirta levyhallissa koostuu raskaista arviolta 3000–7000 kilogramman painoisista metallilevyistä ja -profiileista sekä pienemmistä arviolta 10–100 kilogramman painoisista metallilevyistä. Sisälogistiikan levyhalliin saapuvat ja hallista lähtevät suurien levyjen ja profiilien toimitukset kuljetetaan raskaan kaluston ajoneuvoilla muun muassa metallisten vetomestari-lavojen tai pukien päällä. Hallin tiloissa suurempia metalleja ja profiileja siirretään nosturilla ja rullaradalla. Pienempien metallien siirrot tapahtuvat käsivoimin ja trukilla. Levyhallissa yksi metallia käsitellään ja leikataan muiden toimijoiden soluissa erilaisin työmenetelmin, jotka vaativat erityisiä lupia, kuten esimerkiksi tulityölupaa.

Raskaan materiaalin, koneiden ja kaluston liikkuminen sekä erilaiset luvanvaraiset työtehtävät alueella vaativat turvallisuudesta ja terveydestä huolehtimista muun muassa selkein alueella liikkumisen ohjeistuksin ja työvarustemääräyksin. Varusteina asiakasyrityksen alueella tulee olla heijastimelliset suojavaatteet, kypärä, suojalasit, turvakengät ja materiaalia käsitellessä suojakäsineet. Jokaisella hallissa oleskelevalla tulee olla mukana kulkulupa alueelle ja työturvallisuuskortti. Erityistä lupaa vaativille työpisteille ei tule ilman lupaa mennä, ja alueella tulee liikkua jokaiselle pakollisessa

asiakasyrityksen perehdytyskoulutuksessa ohjeistettujen määräysten sekä alueella esillä olevien kylttien ja muiden turvallisuusohjeiden mukaisesti.

4.3.1 A Tuotetyyppi

Tuotetyyppi A koostuu pienistä metallilevyistä, jotka toimitetaan yksikköön kuormalavoille pakattuina levypinoina. Levyt ovat kooltaan noin 2x10x100 senttimetrisiä ja painavat keskimäärin alle viisitoista kilogrammaa eli ne ovat käsivoimin siirrettävissä. Pienempien levyjen siirtoon voidaan käyttää magneettityökalua apuna.

Saapumisalueelle toimitettu kuormalava kuljetetaan vetotrukilla pakkausalueelle ja toimitus nostetaan työskentelytasolle trukin piikeille. Levyyn painetut tiedot kertovat levyn lähetysosoitteen. Jokaiselle lähetysosoitteelle nostetaan tyhjä kauluslava pakkausalueen vierestä kauluslavojen pinosta lattiatasolle.

Pakkausalueen tilakapasiteetti on tällä hetkellä arviolta 14 kauluslavaa pakkausalueen lattiapinta-alalla kerralla. Kyseisellä kauluslavojen lukumäärällä pakkausalueella kyetään säilyttämään lavojen välillä työtä sujuvoittavat ja turvalliset etäisyydet.

Lähetettävän lavan reunaan kiinnitetään nitojalla lähetyslomake. Lähetyslomake täytetään jokaiseen levyyn painettujen lähetystietojen mukaisesti. Mikäli tunnistetiedoista ei saa selvää, selvitetään levyn tunniste työpisteen tietokoneella tietojärjestelmästä tai polttokartasta. Saapuneen toimituksen levyt tarkastetaan tulostetusta toimituslistasta ja siirretään käsin tai magneetilla nostoen lähetysosoitteen mukaiselle lavalle. Pakkausalueella ei ole pakkaustasoja tai laitteita levyjen siirtoon. Kauluslavat tulee pakata vain noin puoliväliin asti täyteen.

Lähetystä pakatessa samalla kirjataan käsin jokainen levy toimituslistaan vastaanotetuksi ja lisäksi kirjataan kaikkien vastaanotettujen levyjen tunnistetiedot erikseen ylös vihkoon. Vihkoon kirjataan päivämäärä, vuoro ja osan yksilöivät tunnistetiedot, jotka sisältävät myös lähetysosoitteen.

Manuaalista kirjausta ja paperityötä tehdään siitä syystä, että yksiköllä ei ole materiaalivirran seuraamiseen käytössä sähköisiä järjestelmiä, ja materiaalinkulusta on syytä jäädä kirjallista tietoa mahdollisten yksikön läpi kulkeneiden toimitusten sekaannusten tai reklamaatioiden selvittelyä varten.

Valmiiksi pakatut toimitukset siirretään trukilla lähetysalueelle korkeintaan kolmen lavan pinoihin ja tämän jälkeen työprosessi katsotaan levyhalli 1:n tehtävien osalta suoritetuksi.

Yksinkertaistetusti yksikön vastuulla on saapuneiden A tuotetyypin toimitusten vastaanotto, siirto, tarkastus, pakkaaminen, toimituslomakkeiden kirjoittaminen ja pakattujen kauluslavojen siirtäminen lähetysalueelle. Liitteessä 5. esitetään A tuotetyypin pienten metallien varastoprosessi vuokaavion avulla.

4.3.2 B Tuotetyyppi

Tuotetyyppi B koostuu noin 2x100x400 cm kokoisista keskisuurista metallilevyistä. Metallilevyt saapuvat keskimäärin 6 levyn erissä ja yksi saapuva erä painaa kuormalavalla 100–300 kg.

Lähetys saapuu kuormalavoilla saapumisalueelle ja yksikön vastuulla on kirjoittaa lähetysosoite ja kiinnittää se lavan reunaan. Kuormalava siirretään saapuneiden alueelta suoraan vetotrukilla lähetysalueelle. Lisäksi kirjataan vihkoon käsin ylös toimitusten tunnistetiedot. Liitteessä 6. esitetään keskisuurten metallien varastoprosessin vuokaavio.

4.3.3 C Tuotetyyppi

Tuotetyypin C kappaleet koostuvat noin 2x150x1000 cm kokoisista ja 1000–5000 kg painoisista metallilevyistä, jotka toimitetaan levyhallin keskelle vapaasti lattialle kattonosturilla.

Yksikön työpöydiltä on noin kolmenkymmenen metrin etäisyys C tuotetyypin saapumisalueelle. Yksikön tehtävänä on tarkkailla toimitusten saapumista ja

havainnoida metalleihin kirjattuja merkintöjä. Mikäli metallilevyyn päällä on merkintä valmis, tulee tilata trukkipuskilta levyjen pakkaamiseen soveltuva vetomestarilava tai metallisia pukkeja. Valmiiden levyjen siirto tilataan nosturinkuljettajalta ja yksikön vastuulla on kirjoittaa levyyn painettujen tunnistetietojen mukainen lähetyslomake. Lähetyslomakkeeseen kirjoitetaan päivämäärä, laivanumero, lähetysosoite ja tämän lisäksi merkintä, mikäli levyyn on painettu LEKO, JIG tai CM -numero. Lähetyslomake sijoitetaan magneettikyltin sisälle ja valmiin lähetysten pätyyn, jonka jälkeen valmiista lähetyksestä ilmoitetaan.

Mikäli saapuneen metallilevyyn päällä on seevausmerkintä tulee nosturia ohjeistaa nostamaan metallilevyt toisen toimijan soluun seevauspisteen viereen. Seevausmerkintä tarkoittaa sitä, että levyjen reunoja muotoillaan ennen lähetystä seuraavaan halliin. Liitteessä 7. esitetään C tuotetyypin työprosessin vuokaavio.

4.3.4 D Tuotetyppi

D tuotetyypin kappaleet ovat rullaradalle toimitettavia suuria metallilevyjä, jotka siirretään lähetyspisteelle rullaradan yläpuolelle sijoitetulla kattonosturilla. Metallilevyt ovat noin 2x200x2000 cm kokoisia ja ne painavat 3000–7000 kg.

D tuotetyypin metallilevyjen saapuminen havaitaan rullaradan päädyssä työpöydän vieressä sijaitsevan valon syttyessä ja rullaradan käynnistyessä. Toimittaja purkaa kuorman yksi levy kerrallaan hallin ulkopuolella suoraan kuljetusvälinneestä rullaradalle. Jokaisen rullaradalla saapuvan metallilevyyn tunnistetiedot kirjoitetaan rullaradan edessä sijaitsevalta näytöltä ylös tulostettuun toimituslistaan. Levyyn liikkuminen rullaradalla nosturin nostopisteeseen kestää useamman minuutin, joten mahdollinen koneajan odotusaika voidaan hyödyntää kirjoittamalla lähetysten lähetyslomake toimituslistan ja rullaradan näytön tietojen perusteella. Lähetyslomake asetetaan magneettijalkaisen kyltin sisälle ja valmiin kuorman pätyyn. Lähetyslomakkeita kirjoitetaan yksi per lähetyserä, joten koneajan määrittämää

odotusaikaa voidaan hyödyntää lähetyslomakkeen kirjoittamiseen vain yhden rullaradan suorittaman levynkuljetuksen aikana lähetyserää kohden.

Nosturi siirtyy rullaradan päätyyn nostopisteeseen saapuneen levyn päälle ja laskee magneetikoukut levyn kiinnittämiseksi. Nosturi nostaa levyn ja siirtää sen vaakasiirrolla yhdellä suunnanvaihdoksella hallin lounaispuolelle nostovien läheisyydessä sijaitsevalle D lähetyspisteelle metallisten pukkien tai vetomestari-lavan päälle. Kuormatun nosturin alta ei ole turvallista kulkea siirron aikana, joten siirron ajaksi tulee siirtyä työpisteelle sivuun. Nosturin siirron jälkeen rullaradan edestä on vapaa kulku käynnistämään rullarata kuljettamaan seuraavaa levyä. Rullaradan käynnistuspainike sijaitsee lähetyspisteen puolella rullaradan aidassa metrin korkeudella. Valmiin lähetyserän päätyyn viedään lähetyskyltti ja ilmoitetaan kuorman olevan lähtövalmis. Liitteessä 8. esitetään D tuotetyypin työprosessin vuokaavio, jossa lisäksi harmaalla pohjalla havainnollistetaan rullaradan ja nosturin koneaikojen määrittämän odotusajan sijoittuminen työprosessiin nähden.

4.3.5 E tuotetyyppi

E tuotetyyppi viittaa rullaradalle toimitettaviin metalliprofiileihin. Yksittäinen metalliprofiili on 10x20x2000 cm kokoinen. Metalliprofiileja toimitetaan rullaradalle kaksitoista profiilia kerrallaan rivissä. Yhteensä yksi rullaradalla saapuva metalliprofiilierä painaa 3000-7000 kg.

Ensimmäiset työprosessin vaiheet vastaavat kappaleessa 4.3.4 esitettyjä D tuotetyypin tunnistetietojen kirjaamisen vaiheita. Ennen profiilien siirtoa nosturilla lähetyspisteelle metalliprofiileista merkitään erityistunnisteiset profiilit valkoisella spraymaalilla ja kirjoitetaan niiden sulatenumero tussilla levyn päätyyn. Lisäksi levyt niputetaan yhteen rullaradalla profiilien alla poikittain makaavien metalliketjujen avulla. Tämä tapahtuu siten, että nosturi liikkuu levyjen päälle ja kolme metalliketjua kiinnitetään nosturiin kummaltakin rullaradan puolelta. Tämän jälkeen nosturi nostaa profiileja ylös ja laskee alas, jotta profiilit liikkuvat päällekkäin. Profiileja väännetään tiiviimpään pinoon

rautakangella rullaradan päällä seisten. Metalliset ketjut kiristetään rullaradan oikealta puolelta ja palataan työpisteelle. Nosturi kuljettaa profiilipun yhdensuuntaisella vaakasiirrolla lähetyspisteelle vetomestarilavan tai metallipukkien päälle.

Lähetyspisteellä ketjut irrotetaan molemmin puolin nosturista ja siirretään rullaradan aidalle. Mikäli rullaradan päällä ei ole enää jäljellä ketjuja, tulee kaikki aidan päällä olevat yhteensä yhdeksän ketjua siirtää radalle kolme ketjua kolmeen eri kohtaan siten, että ne eivät kierry toistensa ympärille. Tämän jälkeen rullaradan voi käynnistää painikkeesta kuljettamaan seuraavia profiileita. Lähtöpisteelle kuljetettu profiilipino kiinnitetään muovisella pakkausvanteella pakkauskoneen avulla neljästä eri kohdasta. Vannetta leikataan vannekelavaunun rullasta rullaradan lähetyspisteen puoleisessa päädyssä. Profiilipun päälle kirjoitetaan tussilla vielä tunnistetiedot, kuten päivämäärä, laivanumero, tuotetyypin tunniste, paino ja lähetettävänä olevien lauttojen eli vetomestarilavojen lukumäärä.

Kuorma tulee pakata tasapainoisesti ja keskimäärin viiden profiilipinon välein lisätään neljä puista pukkia tasaisin välimatkoin poikittaissuunnassa profiilien päälle kuorman tueksi. Yhteen kuormaan profiilipinoja voi pakata maksimissaan 10 000 kilogramman edestä, mikä tarkoittaa arviolta kymmentä pinoa yhtä lähetyslavaa kohden. Lähetyslomake kirjoitetaan ja asetetaan magneettijalkaisessa kyltissä kuorman päätyyn. Viimeisenä ilmoitetaan valmiista lähetyksestä. Liitteessä 9. esitetään E tuotetyypin työprosessi vuokaaviona.

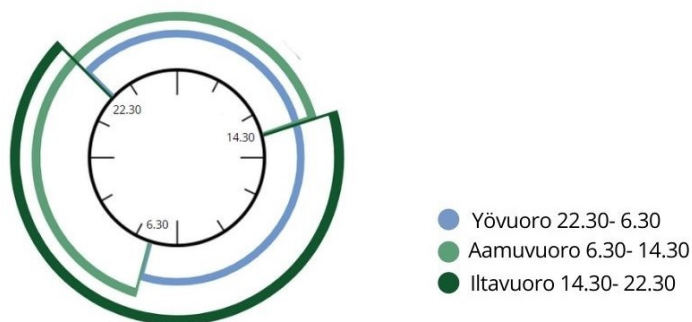
4.4 Henkilöstösuunnittelun nykytila

HUB logisticsin yksikössä työskennellään kolmessa vuorossa arkiviikkorytmillä. Vuorot kiertävät kolmen viikon sykleissä siten, että aamuvuoroviikon jälkeen työntekijä työskentelee viikon iltavuorossa ja tämän jälkeen yövuorossa. Kuvassa 9. havainnollistetaan kolmivuorojen työaikoja. Työviikko alkaa sunnuntaina kello 22.30–06.30 välisellä yövuorolla. Aamuvuoro ajoittuu kello

06.30–14.30 väliselle ajalle ja iltavuoro kello 14.30–22.30 väliselle ajalle.

Työviikko päättyy perjantaiseen iltavuoroon. Viikonloppuisin ei pääsääntöisesti työskennellä muuten kuin mahdollisissa poikkeustilanteissa, esimerkiksi, mikäli asiakasyrityksen tavoiteaikataulut edellyttävät materiaalin virtaavan yksikön läpi viikonlopun aikana.

Kolmivuorojen työajat



Kuva 9. Kolmivuorojen työajat yksikössä.

Työvuorojen kesto on 7,5 tuntia sisältäen kaksi 12 minuutin taukoa sekä työntekijän omaan aikaan kuuluvan 30 minuutin lepotauon ruokailuun. Lepotauon työntekijät pitävät useimmiten yhtä aikaa vuoron puolivälissä. Työnjohtaja työskentelee pääsääntöisesti aamuvuoroissa organisoiden toimintaa sekä varmistaen työvalmiuden.

Säännöllisiä työhön vaikuttavia tekijöitä ovat maanantain ja torstain noin tunnin kestoiset koneiden ja tilojen pesut asiakasyrityksen toimesta aamuvuoron alussa. Pesujen aikana hallissa ei työskennellä, eikä materiaali liiku. Torstaisen pesun ajaksi on määritelty HUB logisticsin viikkopalaveri työnjohtajan johdolla, jossa käydään läpi ajankohtaisia asioita. Vuorojen kierto määrittää sen, että jokainen työntekijä osallistuu torstai-aamun viikkopalaveriin aina kolmen viikon välein, mikäli työvuoroja ei vaihdeta työntekijöiden kesken.

Koneiden ja laitteiden osalta työvuorojen suunnitteluun vaikuttaa nosturien ja rullaradan käyttöaikataulut. Nosturit ovat hallissa operoivien toimijoiden yhteiskäytössä. Kumpaankin nosturiin on nykytilanteessa resursoituna

kuljettaja kello 07.00–22.30 väliselle ajalle ja muuna aikana hallissa on yhden nosturikuljettajan varaus. Nostureita on siis tällä hetkellä mahdollista yöaikaan hyödyntää ainoastaan eriaikaisesti. Nosturinkuljettajalla tarvitsee olla työhön soveltuva koulutus. Rullarata on jatkuvassa käyttövalmiudessa kello 07.00–22.30 välisenä aikana. Öisin rullarata ei ole toiminnassa.

Työntutkimus levyhallissa

Seuraavaksi kuvataan käytettävät työntutkimusmenetelmät sekä syyt niiden valitsemisen taustalla. Lisäksi kuvataan tarkemmin työntutkimuksen suorittamistapaa, tutkimuksella kerättyjä tietoja sekä niiden analysointimenetelmiä. Viimeisenä kuvataan tietojen pohjalta suunnitellun henkilöstöresurssien suunnittelutyökalun rakennetta ja hyödyntämismahdollisuuksia.

5.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Työntutkimus tekemisajasta suoritetaan liikeaikatutkimuksena Basic MOST – työntutkimusmenetelmällä. Kohdentamalla työntutkimus erityisesti tekemisaikaan saadaan tavoitteiden mukaisesti kerättyä tietoa varsinaisten työprosessien henkilöstöresurssivaatimuksista sekä resurssien tarpeista ja kapasiteetista materiaalivirran volyymiin mahdollisesti kasvaessa tai muuttuessa tulevaisuudessa.

Tutkimusmenetelmä tukee toimeksiannon tavoitteiden toteutumista, koska menetelmällä työprosessien liikesarjoja ja niiden osia tarkastellaan hyvin yksityiskohtaisesti. Tämä parantaa tulosten luotettavuutta ja kehitystarpeiden selkeämpää erottumista. Lisäksi liikesarjojen osien Basic MOST -arvokortin mukaan määriteltävät vakioidut matemaattiset työmäärät vähentävät virhemarginaalia, koska työntekijöiden harjaantuneisuuden tai joutuisuuden mahdollinen vaikuttaminen tutkimustuloksiin poistuu. Lisäksi merkittävä tekijä Basic MOST -työntutkimusmenetelmän valintaan on se, että tutkimustapaa on käytetty aikaisemmin HUB logisticsin eri toimipisteissä onnistuneesti. Tutkimus on oleellista suorittaa vastaavalla menetelmällä, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia muihin yrityksen tutkimuksiin verrattuna. Tutkimustavasta on yrityksessä valmiiksi osaamista, joten tehty tutkimus tulee entistä todennäköisemmin jatkojalostuskäyttöön tulevissa kehityshankkeissa. HUB logisticsin kehitysjohtaja järjestää työntutkimuskoulutuksia MOST -

työntutkimusmenetelmästä ja kyseistä koulutusta hyödynnetään toimeksiannon suorittamisessa.

Henkilöstöresurssityökalussa tulee ottaa mahdollisimman laajasti huomioon kaikki tapahtumat sekä olosuhteiden vaikutukset, joita työnsuorittamiseen työalueella liittyy, jotta työkalu kuvaa resurssien todellista tarvetta. Näin ollen on oleellista selvittää tekemisajan lisäksi apuaikaan, häiriöaikaan sekä mahdolliseen ylimääräiseen tauko-aikaan liittyviä tapahtumia sekä niiden suhteellista osuutta työajassa. Riittävä tarkkuus tavoitteiden kannalta saavutetaan havainnoimalla tekemisajan MOST -työntutkimuksen aikana muiden aikalajien osuutta yleisesti ja haastatteleamalla työnjohtajan ja työntekijöiden näkemyksiä niiden esiintymisestä eri työvuorojen aikana.

Materiaalivirran volyymitietoja tutkitaan kolmen kuukauden aikaisista paperisista toimituslistoista tuotetyyppien A, B ja C materiaalivirtojen osalta ja tiedoista kootaan manuaalisesti kirjaamalla datapohja. Tutkimusprosessin alussa suunnitelmana on, että volyymitiedot saadaan asiakasyrityksen sähköisistä tietojärjestelmistä jaettua tutkimuskäyttöön, mutta tiedonjaon osoittautuessa haastavaksi toteuttaa tutkimusprosessin aikana, päätetään tieto poimia saatavilla olevista listoista manuaalisesti. D ja E tuotetyyppien materiaalivirroista ei ole saatavilla menneiden kausien toimitustietoa, joten materiaalivirran volyymi määritellään haastattelututkimuksella työnjohtajan ja työntekijöiden kokemukseen perustuvista arvioista.

5.2 Tutkimuksen dokumentointi

Tutkittu tieto dokumentoidaan ja analysoidaan Microsoft Excel -sovelluksella yhteensä kuudelle eri sivulle. MOST -analyysi ja henkilöstöresurssien suunnittelutyökalu rakennetaan omille sivuilleen, jotta niistä saa selkeän kokonaiskäsityksen nopeasti ja työkalujen hyödyntäminen onnistuu vaivattomasti. Volyymitietojen datapohja kootaan kokonaisuudessa omalle sivulle ja datapohjasta kerätään eri tuotetyyppien tiedot erikseen Excel -sivuille tarkemmin analysoitavaksi ja tarkasteltavaksi.

Tutkimustietoa analysoidaan hyödyntämällä Excel -sovelluksen analysointiominaisuuksia, kuten funktioita, Pivot -taulukoita ja graafisia kaavioita. Excel soveltuu tutkimukseen, koska yrityksellä on jo valmiiksi osaamis pohjaa sovelluksesta ja sovellus mahdollistaa ominaisuuksiensa puolesta laadukkaiden tulosten aikaansaamisen. Lisäksi Excelin peruskäytännöt ovat ymmärrettäviä ja ohjelman käyttämisen tueksi löytyy runsaasti ohjeita netistä. Excelliin rakennettu työntutkimus ja henkilöstöresurssityökalu tulevat siis hyvin todennäköisesti hyödynnetyksi yrityksessä jatkossakin.

Tutkimukseen liittyviä graafisia kuvaajia, kuten työprosessien vuokaavioita ja MOST -työntutkimuksen liikesarjojen havainnollistavia esityksiä rakennetaan Canva -suunnittelutyökalulla työn visuaalisen ilmeen vahvistamiseksi.

Työntutkimuksen dokumentit ja tutkimusta tehdessä kuvatut videot tallennetaan HUB logisticsin Teams sovellukseen Työntutkimus nimiseen kansioon.

5.3 Tutkimusprosessi

Työntutkimusprosessin aloittamiseksi asiakasyrityksen alueeseen ja tutkimuksen kohteena olevaan levyhalliin tutustutaan paikanpäällä HUB logistics toimihenkilöiden opastuksella. Alueeseen perehtyminen antaa kokonaiskuvaa tutkimuksen kohteena olevista työtehtävistä, prosesseista, toimintatavoista ja logistiikkavaraston layoutista.

Työn aikalajit jaotellaan tekemisaikaan, apuaikaan, häiriöaikaan ja ylimääräiseen tauko-aikaan työvaiheiden havainnoinnin ja toimeksiantajan, työnjohtajan sekä työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Lisäksi apuna käytetään levyhallin kirjallisia työohjeita.

Työntutkimus suoritetaan kahden keskiviikkoisen aamuvuoron aikana 23.2.2022 ja 23.3.2022, koska keskiviikkoamuisin oletetaan MOST -analyysimenetelmällä tutkittavia tekemisaikojen resursseja vaativia toimituksia saapuvan todennäköisimmin. Oletus perustuu työnjohtajan kokemukseen,

koska tulevista toimituksista ei menneitä volyymitietoja tai ennakkotietoa ennen kyseistä työpäivää ole tietojärjestelmien kautta saatavilla.

Viikkoa ennen ensimmäistä tutkimuspäivää järjestetään tutkimusajankohtana työvuorossa oleville työntekijöille palaveri, jossa käydään läpi tulevaa tutkimusta. Palaverin tavoite on avata tarkemmin työntutkimuksen tekemisen tarkoitusta, käytännön järjestelyjä sekä keskustella yleisesti työtehtävistä levyhallissa. Palaverissa työntekijöitä ohjeistetaan tulevien vuorojen aikana havainnoimaan, mikäli työprosesseissa ilmenee haasteita esimerkiksi tiedonkulussa, toimitatavoissa, prosessienkulussa tai työergonomiassa.

Tutkijan ja työntekijöiden välistä keskusteluyhteyttä pidetään yllä tutkimuspäivinä, jolloin työntekijät pääsevät keskustelemaan ja jakamaan omia näkemyksiään. Lisäksi lopullisten tulosten kokoamisen jälkeen järjestetään vielä yhteinen tilaisuus, jossa käydään selkeästi yhdessä läpi saavutetut tulokset sekä tulosten perusteella suunnitteilla olevat järkevät kehitystoimet.

5.3.1 Tekemisaika ja MOST -analyysin soveltaminen

Työntutkimus tekemisajasta suoritetaan liikeaikatutkimuksena MOST -analyysimenetelmällä. Menetelmää sovelletaan videoimalla kaikki viiden eri tuotetyypin tekemisaikaan kuuluvat työprosessit. Videot sovitaan työntekijöiden kanssa kuvattavaksi ja tallennettavaksi tutkimuskäyttöön. Viiden eri työprosessin liikerata-analyysi kootaan Excel -sivulle allekkain järjestykseen. Videoihin tallentuneiden liikesarjojen tutkimisen perusteella rakennetaan Excel -sivulle analysointityökalu, jossa liikeradoille määritetään tunnuskirjaimet sekä matemaattiset työmäärät Basic MOST arvokorttien mukaisesti. Tutkimus suoritetaan 0,1 millitunnin eli 0,36 sekunnin tarkkudella.

Yhteensä liikesarjoja analysoidaan 76 kappaletta. Kaikista liikesarjoista 10 kuuluu A tuotetyypin työprosessiin, 5 B tuotetyypin työprosessiin, 8 C tuotetyypin työprosessiin, 10 D tuotetyypin työprosessiin ja 43 E tuotetyypin työprosessiin.

A tuotetyypin työntutkimus

A tuotetyypin työprosessista analysoidaan yhteensä kymmenen erillistä liikesarjaa käyttäen siirtää -, trukki ja työkalu -liikesarjoja. Työkalu -liikesarjoihin työmenetelmiksi valitaan sekä käsivartta että rannetta työkalun käyttöön hyödyntäviä kiinnittämisen, irrottamisen sekä merkitsemisen tunnuskirjaimia sekä matemaattisia työmääriä. Kaikki tuotetyypin liikesarjat kuuluvat käsiaikaan eli työntekijän joutuisuudella ja harjaantumisella on vaikutusta jokaisen liikesarjan suoritus aikaan. Työprosessissa ei ole normaalitilanteessa odotusaikaa eli työntekijä on aktiivisessa toiminnassa koko työprosessin ajan.

A tuotetyypin liikesarjoista kahdeksan on aikajajiltaan valmistelu aikaa, esimerkkeinä saapuneen toimituksen nouto ja tyhjän kauluslavan nostaminen pakkausalueelle. Valmisteluajan tehtäviä suoritetaan kerran yhtä sarjaa tai erää kohden. Esimerkiksi saapunut toimitus noudetaan vain kerran yhtä saapunutta toimitusta kohden ja kauluslava nostetaan pakkausalueelle pääsääntöisesti vain kerran yhtä lähetyserää kohden. Vaiheajan liikesarjoja on kaksi eli levyn siirto kauluslavalle ja levyn tuotekoodin ja tietojen kirjaaminen vihkoon, nämä suoritetaan kerran yhtä toimitettua levyä kohden.

MOST -analyysi rakennetaan A tuotetyypille siten, että yksi kokonainen suorituskerta katsotaan kohdistuvan yhtä saapunutta kappaletta kohden. Näin ollen vaihe aikojen suorituskerta on yksi ja valmisteluajan liikesarjoille suorituskerta määritellään vertaamalla lähetyserien tai saapuneiden toimituslavojen mediaanilukumäärää saapuneiden levyjen mediaanilukumäärään. Mediaanitiedot poimitaan materiaalien volyymitietojen analyysistä, jota käsitellään tarkemmin kappaleessa 6.3.3. Valmisteluajan suorituskerta tulee rakentaa analyysiin funktiokaavalla PYÖRISTÄ.DES.YLÖS, jotta suorituskerrat huomioidaan kokonaislukuina. Lisäksi tulee valita reaalityyppi nolla. Funktion asetuksen avulla varmistetaan, että suorituskerta ei pyörity nolliin, mikäli levyjä toimitetaan vain yksi kappale toimituslavalla.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	S	T
1																		
2	Siirtää	Työkalu	Trukki															
3	Ohjattuna	Tojstaen	Nostin															
4																		
12	1. KAULUSLAVA PIENET METALLIT (KL)																	
13		A	S	T	L	T	L	T	A									
14		A	B	G	A	B	P	A										
15																		
16																		
17		A	B	G	A	B												
18																		
19	Lähetysosoitteen kirjoittaminen lähetyslomakkeelle	A	B	G	A	B	P	R	A	B	P	A						
20																		
21		A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A						
22																		
23		A	B	G	A	B	P	A										
24																		
25		A	B	G	A	B	P	R	A	B	P	A						
26																		
27		A	S	T	L	T	L	T	A									
28																		
29		A	B	G	A	B	P	A										
30																		
31		A	S	T	I	T	I	T	A									
32																		
33	1. Vaihe aika yhteensä																	52 %
34	1. Valmistelu aika yhteensä																	48 %
35	1. Liikeradat ja resurssitarve yhteensä																	100 %

Kuva 10. Esimerkki MOST -analyysimenetelmän soveltamisesta levyhallissa.

Yllä olevassa kuvassa 10. havainnollistetaan valmistelu aikaan kuuluvan liikesarjan "lähetysosoitteen kirjoittaminen lähetyslomakkeelle" suorituskertojen määritys. Esimerkiksi, mikäli levyjä saapuisi 30 kappaletta päivän aikana, tulisi lähetyslomakkeita kirjoittaa A tuotetyypin volyymitietojen mediaanien mukaisesti laskettuna kuusi kappaletta. Levyjen kappalemäärä kerrotaan tässä tapauksessa suorituskertoimella 0,2.

B tuotetyypin työntutkimus

B tuotetyypin työprosessin viisi liikesarjaa sisältävät siirtämistä, trukin käyttöä, merkitsemistä ja kiinnittämistä. Analyysi rakennetaan siten, että yhtä saapuvaa toimituslavaa eli erää kohden suoritettavien työvaiheiden kerroin on yksi.

Jokainen B tuotetyypin liikesarja kuuluu vaihe aikaan eli ne suoritetaan kaikki yhden kerran saapunutta toimitusta kohden. Kaikki liikesarjat kuuluvat myös käsi aikaan eli työntekijän joutuisuudella ja harjaantuneisuudella on vaikutusta jokaisen liikesarjan suoritus aikaan ja työntekijä on aktiivinen koko työprosessin ajan.

C tuotetyypin työntutkimus

C tuotetyypin liikesarjoja määritetään analyysiin kahdeksan kappaletta. Käsiaikaan ja vaiheaikaan kuuluvia liikesarjoja analysoidaan kuusi ja ne sisältävät havaita, merkitä, siirtää ja kiinnittää -liikesarjatyyppejä.

Kaksi liikesarjoista liittyy ulkopuolisen nosturinkuljettajan työskentelyaikaan. Tämä tarkoittaa työprosessin suorittajalle nosturin koneajan aikaista odotusaikaa tai vaihtoehtoisten tehtävien suorittamista. Koska C tuotetyypin toimitusalue hallin lattialla on kohtalaisen suuri ja toimitettujen levyjen sijainnit ja lähetysalueet vaihtelevat useita kymmeniä metrejä, on nosturin siirtojen matemaattiset työmäärät haastavaa vakioida yhden työprosessista otetun videon perusteella. Tarkkojen tulosten määrittämiseksi useammalle vaihtoehtoiselle sijainnille tulisi yksilöidä erillinen liikesarja. Nosturin joutisuus ei vastaa Basic MOST -arvokortin etäisyyksien ja joutuisuuksien vakioituja kestoja. Tämä todetaan kelloaikatutkimuksella kellottamalla nosturin siirtymän sekuntiaikoja, tutkimalla siirtymien etäisyyksiä ja vertailemalla tuloksia Basic MOST arvokorttiin.

Tavoitteiden kannalta C tuotetyypin nosturin liikesarjojen täsmällistä kestoja ei ole nykytilanteessa aivan yhtä oleellista selvittää kuin muiden liikesarjojen. Tämä johtuu siitä, että nosturin siirtojen aikainen työaika on pääsääntöisesti odotusaikaa työprosessin suorittajalle ja siirron aikana on mahdollista tehdä muita avustavia tehtäviä hallissa. Näin ollen nosturi -liikesarjojen arvot arvioidaan suuntaa antavasti MOST -analyysissä kellotetun nosturin siirtymän perusteella sekä arvioimalla keskimääräisiä C tuotetyypin levyjen siirtoetäisyyksiä. Tulevassa työntutkimuksen testauksessa tarkastellaan erityisesti C tuotetyypin liikesarja-analyysin virhearvioiden mahdollisuutta.

D tuotetyypin työntutkimus

Rullaradalle toimitettavien D tuotetyypin suurien metallilevyjen liikesarjat koostuvat siirtämisestä, merkitsemisestä, koneajasta, nostimen koneajasta ja kiinnittämisestä. Yhteensä liikesarjoja määritetään kymmenen.

Rullaradan ja nostimen koneajat kellotetaan, jotta koneiden liikkeen kesto saadaan analyysiin sovellettua. Basic MOST -työntutkimusmenetelmän aika-arvot poikkeavat kyseisten koneiden joutuisuudesta merkittävästi. Kuvassa 11. havainnollistetaan liikesarjojen rakennetta taulukossa.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	S	T
1	Siirtää																	
2	Työkalu																	
3	Trukki																	
4	Ohjattuna																	
5	toistaen																	
6	Nostin																	
73	4. RULLARATA SUURET METALLIT (EJT)																	
80	Rullarata kuljettaa levyn	A	B	G	A	B	P	X	A	B	P	A						
81	Keiotehtu koneaika sekuntia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	Nosturin siirtymä alkupisteestä EJT levyn päälle	A	T	K	F	V	L	V	P	T	A							
83	Keiotehtu koneaika sekuntia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	EJT levyn nosto nostimella ja siirto lähetyspisteeseen	A	T	K	F	V	L	V	P	T	A							
85	Keiotehtu koneaika sekuntia: magneettien lasku levyn yläpuolelta	0	0								0	0	0	0	0	0	0	0

X = koneaika K = kuorman kiinnitys tai irrotus V = kuorman nosto tai lasku P = kuorman asetus
 T = siirto tyhjänä F = kuorman vapautus noston alussa L = kuorman vaakasiirto

Kuva 11. Nosturi -liikesarjan soveltaminen levyhallissa.

Kuvan taulukosta voidaan havaita, että rullaradan kellotettu koneaika kuvataan yksinkertaistettusti työkalu -liikesarjan koneaikana. Nostimen siirtojen kellotettu koneaika pyritään sovittamaan suuntaa antavasti nostimen liikesuuntaa kuvaaville tunnuskirjaimille siten, että liikesarjalle määritettävät sekunnit vastaavat mahdollisimman täsmällisesti kellotettuja sekuntimääriä. Analyysissa nosturin yhden kuorman siirto jaetaan useampiin liikesarjoihin, koska osa käsiaikaan kuuluvista liikesarjoista jaksottuu työprosesseissa nosturin siirtymien väliin. Jakamalla nosturin liike erillisiin sarjoihin, on selkeämmin havaittavissa mahdolliset käsiajan tehtävät, joita voidaan suorittaa nosturin koneaikojen aikana.

E tuotetyypin työntutkimus

E tuotetyypin metalliprofiilien työprosessi koostuu 43 erillisestä liikesarjasta. Liikesarjoista analyysissa käytetään siirtää, käyttää nostinta sekä työkalu -liikesarjoista irrottaa, kiinnittää, leikata, merkitä ja koneajan tunnuskirjaimia.

Erytysmerkittyjen profiilipäätyjen maalaus sekä merkkkaus tussilla kuuluu valmistelu-aikaan ja suorituskerroin määritetty työnjohtajan arvion mukaisesti sen

perusteella, kuinka monta profiilia erää kohden keskimäärin maalataan. Välipukkien nostoa profiilipinojen väliin lähetyspisteellä kuvaavat liikesarjat määritellään samoin valmistelu-aikaan ja suorituskerroin määritetään keskimääräisen arvion mukaisesti. Arvio on, että välipukkeja nostetaan viiden profiilipinon välein. Valmistelu-aikaan kuuluu myös liikesarjat, joissa metalliketjut asetetaan rullaradan aidalta takaisin rullaradan päälle poikittain. Suorituskerroin määrittyy sen mukaan, että ketjuja on yhteensä yhdeksän ja niitä käytetään aina kolme per yksi nosturin kuormattu profiilien siirto. Näin ollen ketjut tulee nostaa radalle takaisin aina kolmen siirron välein. Lisäksi lähetyslomakkeen kirjoittaminen ja muut siihen liittyvät tehtävät kuuluvat valmistelu-aikaan, koska niitä suoritetaan kerran per lähetyserä. Muut liikesarjat kuuluvat kaikki vaihe-aikaan.

Liitteessä havainnollistetaan työkalu -liikesarjassa työkalunkäytön arvonmäärityksessä esiintyvät valinnat käsivarsiliikkeen vaativalle kiinnittämistoimenpiteelle eli tunnuskirjaimelle F. Valinnat tehdään Excel -työkalussa valitsemalla liikesarjoista työkalu ja liikesarjassa tunnuskirjaimen F kohdalla vaihtehtoisista liiketyypeistä käsivarsiliike. Tämän jälkeen määritetään työkalunkäyttötapa ja suorituskerrot. Kuvan esimerkin tapauksessa käyttötapa on kuusi kertaa työkalulla vääntäminen. Menetelmällä saadaan tunnuskirjaimelle F määritettyä matemaattiseksi työmääräksi 16 millituntia eli hieman alle 58 sekuntia.

Resursseja kuluttavimpien tapahtumien havainnointi MOST -analyysissä

Tarkasteltaessa rakennettua MOST liikeaika-analyysia, havaitaan suurimpia resursseja vaativia tapahtumia matemaattisten työmäärien ja niiden tunnuskirjainten avulla. Työprosessien kehitystyössä tavoitellaan mahdollisimman pieniä matemaattisia työmääriä liikesarjojen tunnuskirjaimille. Analyysin avulla tarkastellaan kriittisesti yksittäistapahtumien resurssivaatimuksia sekä niiden tunnuskirjainten tapahtumia, joita havaitaan esiintyvän määrällisesti eniten resursseja kuluttavissa tapahtumissa. Erityisesti tunnuskirjainten B eli kumartua, G eli tarttua ja P eli asettaa matemaattisia työmääriä tulee arvioida kriittisesti, koska näiden suuruus aiheutuu

pääsääntöisesti työskentelytasojen puutteellisudesta ja työskentelyvälineiden tai muiden materiaalien epäoptimaalisesta sijoittelusta.

MOST -analyysisivulla havaintojen tekemisestä tehdään vaivattomampaa Excelin ehdollisen muotoilun toiminnolla ”ensimmäiset / viimeiset -sääntö”, jonka avulla valitaan kaikkien eri tuotetyyppien liikesarjojen yksittäisten tunnuskirjaimien matemaattisista työmääristä punaisella korostettavaksi suurimmat 20 prosenttia.

Liikesarja										
A	S	T	L	T	L	T	A			
10	30	10	30	10	30	0	0			
A	B	G	A	B	P	A				
6	0	3	3	0	6	3				
A	B	G	A	B	P	A				
3	6	3	6	6	6	6				
A	B	G	A	B	P	R	A	B	P	A
3	0	3	1	0	6	24	3	3	1	0

Kuva 12. MOST -analyysi.

Yllä olevassa kuvassa 12. havainnollistetaan korostustoiminnolla aikaansaataavaa näkymää MOST -analyysissa. Näkymästä voidaan havaita vaivattomasti suurimmat matemaattiset työmäärät sekä niiden tunnuskirjaimet. Kehitystoimet on oleellista kohdistaa korostuneisiin tapahtumiin, jotta työprosessia saadaan kehitettyä tehokkaammaksi.

A tuotetyyppien analyysin perusteella selkeästi työmäärältään suurimpia resursseja vaativat trukin siirrot ja merkkien kirjoittaminen vihkoon. Kappalemäärällisesti resursseja eniten kuluttavina tunnuskirjaimina erottuvat A eli siirto, P eli asettaminen ja T eli trukin siirto tyhjänä tai kuormattuna. On huomioitava, että A tunnuskirjaimen siirtotapahtumia on koko työprosessin liikesarjoissa myös yhteensä eniten. P tunnuskirjaimen erottuminen kappalemäärällisesti viittaa siihen, että materiaalien asettaminen on toistuvasti haastavaa esimerkiksi epätasaisen tai pienen alustan takia tai siitä syystä, että

materiaali tulee asetella toisten materiaalien joukkoon tai kiinnityspisteeseen tietyllä tavalla käännetty. Liikesarjoista trukilla tapahtuvat siirrot nousevat kokonaisuudessa myös resursseja kuluttavimpina esiin.

B tuotetyypin työprosessissa korostuvat resursseja eniten kuluttavina kokonaisuudessaan trukki liikesarja jokaisen liikesarjan tunnuskirjaimen osalta sekä lisäksi eri liikesarjojen sisältämistä tapahtumista erityisesti kumartuminen ja asettaminen. Oleellisesti työkuormaa lisää siirtymien etäisyys saapumisalueen ja lähetysalueen välillä. Merkkien kirjoittaminen vihkoon tai lähetyslomakkeeseen ilman soveltuvaa alustaa sekä esineiden asettaminen säilytyspaikoilleen vaativat paljon resursseja. B tuotetyypin kaikki liikesarjat kuuluvat vaiheikaan eli materiaalivirran volyyminvaihtelulla ei ole vaikutusta eri liikesarjojen osuuksiin koko työprosessiin verrattuna.

C tuotetyypin liikesarjoissa resursseja kuluttavat erityisesti nosturin koneaika sekä työkalu -liikesarjaan kuuluva havaitseminen. Nosturin koneaikaan kuluu noin 67 prosenttia koko työprosessin kestosta. Kuten kappaleessa 4.3.3 on todettu, voidaan nosturin koneajan aikana suorittaa mahdollisia muita tehtäviä levyhallin tiloissa esimerkiksi sähköpostin tarkistamista tai hallin siivoamista. Muista työprosessin liikesarjoista työkalu -liikesarjaan kuuluva havaitseminen kuluttaa resursseja eniten. Tämä selittyy etäisyydellä, joka lähtöpisteestä keskimäärin on saapumisalueelle, jossa havaitseminen suoritetaan. Saapumisalueelle havainnoinnin takia siirtymisiä ja paluuta työpisteelle tehdään keskimäärin kaksi kertaa työprosessissa ennen kuin saapunut toimitus on valmis työprosessissa tapahtuville jatkotoimenpiteille. Kehitystoimia suunnitellessa oleellista on kehittää menetelmää, jonka avulla havaitseminen voitaisiin suorittaa ilman saapumisalueelle siirtymistä.

D tuotetyypin liikesarjoissa koneajan osuus työprosessissa on merkittävä. Käsiaikaan kuuluvien liikesarjojen osuus taas on melko pieni. Näin ollen työntekijän joutuisuudella ei ole yhtä suurta merkitystä työprosessin kokonaiskestoon verrattuna esimerkiksi koneiden siirtymäetäisyyksien ja siirtymänopeuden vaikutukseen. Suurin osa liikesarjoista kuuluu vaiheikaan eli ne suoritetaan jokaisen erässä saapuvan kappaleen kohdalla kerran. Kaikkien

D tuotetyypin liikesarjojen yhteenlasketusta kestosta 8 prosenttia nosturin ja rullaradan koneajan määrittämästä odotusajasta voidaan hyödyntää samanaikaisesti prosessin muiden työvaiheiden suorittamiseen. Valmisteluajan tehtävät voidaan lähes kokonaisuudessaan suorittaa koneajan aikana. Lisäksi rullaradan koneajan aikana voidaan suorittaa ID -numeron kirjoittaminen. D tuotetyypin vuokaaviossa liitteessä esitetään havainnollistavasti työprosessissa koneajan aikana tällä hetkellä mahdolliset suoritettavat työvaiheet. Muilta osin liikesarjat tulee suorittaa tietyssä järjestyksessä, eikä niitä voi suorittaa nykytilanteessa myöskään samanaikaisesti ilman tilojen, koneiden tai laitteiden mahdollisia muutoksia.

5.3.2 Apuaika, häiriöaika ja ylimääräinen tauko aika

Levyhallissa apuajan tapahtumiin sisältyy henkilökohtaiseen apu aikaan lukeutuvat tauot, matkat tauoille ja ruokatauolle sekä takaisin ja arviolta jokaisessa vuorossa yksi matka vessaan sekä takaisin työpisteelle. Lisäksi apu aikaan sisältyy päivävakioiden tehtäviä, kuten työvuoroon sisään ja ulos leimaaminen, torstaiaamuinen palaveri, toimituslistojen tulostaminen, sähköpostin seuraaminen, työskentelyalueen järjestäminen ja trukin lataaminen. Apu aikaan ei katsota sisältyvän elpymisaikaa. Apu aikaan kuuluvat tapahtumat listataan Excel -sivulle ja arvioidaan niiden keskimääräinen kesto yhden vuoron aikana.

Mahdollisia häiriöajan tapahtumia ovat muun muassa työvälineiden katoaminen, toimitetun levyn merkinnän epäselvyys ja selvittely, toimitusten viivästyminen, koneiden vapautumisen odottelu, toimitusvirheiden selvittely, työkoneiden rikkoutuminen, lähetysalueen ruuhkautuminen, tapaturmat sekä väärin epätasapainoon tai liian täyteen pakatut lähetykset, jotka joudutaan purkamaan ja pakkaamaan uudestaan. Häiriöaikaa arvioidaan karkeasti tuntimääränä yhden vuoron aikana.

Ylimääräisen taukoajan osuus on nykytilanteessa oletettavasti tavoitetta suurempi, koska tuottamatonta aikaa havaitaan työvuorojen aikana

tutkimuspäivien aikana. Tällöin toimituksia ei ole saapunut ja muut levyhallin tehtävät on jo suoritettu. Ylimääräisen tauoajan osuutta tutkitaan henkilöstöresurssien suunnittelutyökalulla, jonka rakennetta kuvataan kappaleessa 5.4. Ylimääräisen tauoajan osuus tarkoittaa sitä henkilöstöresurssienkäytön aikaa, jota ei hyödynnetä apuajan, häiriöajan tai tekemisajan tehtäviin. Tavoite ylimääräiselle taukoajalle on nolla.

5.3.3 Materiaalivirran volyymin tutkiminen

Materiaalivirran volyymi A, B ja C tuotetyyppien osalta kerätään toimituslistoista aikaväliltä 10.1.2022–2.3.2022. Aikavälille sijoittuu 40 työpäivää huomioiden kaksi sunnuntaita. Listoista yksilöidään Excel -sivun sarakkeisiin viikko, viikonpäivä, päivämäärä, tuotetyypin tunniste ja toimitusosoite. A tuotetyypin osalta lasketaan lisäksi yhdessä toimituksessa saapuneiden levyjen kappalemäärät yhteen ja lisätään niille taulukkoon sarake. Toimituslistojen tietoja kerätään taulukkoon yhteensä 782 riviä. Osa listoista on tuhoutunut siten, ettei tuotetyypistä tai muista yksityiskohdista saa selvää. Listoista ei selviä toimitusten saapumisen tai käsittelyn kellonaikoja.

Eri tuotetyyppien tiedot jaetaan omille Excel -sivuille analysoinnin selkeyttämiseksi. Tiedoista selvitetään Pivot -työkalun avulla päivä- ja viikkokohtaiset saapuneiden erien lukumäärät sekä A tuotetyypin osalta saapuneiden levyjen päiväkohtaiset kappalemäärät. Pivot -taulukossa ylimmän rivin sarakkeet jakavat materiaalivirran volyymitiedot eri viikonpäiville ja vasemmalla sarakkeen rivit viikonnumerolle. Lisäksi taulukossa lasketaan yhteen eri viikkojen aikana sekä eri viikonpäivinä saapuneet toimitukset. Graafisesta esityksestä voi vaivattomasti havaita mahdollisia poikkeamia, kuten maksimivolyymit, pienimmät volyymit tai toimitusten saapumisen poikkeuksellisesti viikonloppuina.

Materiaalivirralle lasketaan viikonpäiväkohtaiset mediaanit eli esimerkiksi kaikkien maanantaipäivänä saapuneiden materiaalien mediaani. Lisäksi tutkitaan materiaalivirran minimi- ja maksimiarvoja aikavälillä. Mediaanitietoja

hyödynnetään kappaleessa 5.3.1 esitetystä työntutkimuksen analyysissä määriteltäessä valmisteluajaan kuuluvien tehtävien suorituskertoja.

A tuotetyypin osalta tarkastellaan valmisteluajan suorituskertojen määrittämiseksi lisäksi yhdessä toimituserässä saapuneiden levyjen kappalemääriä sekä lähtevien toimitusosoitteiden lukumääriä. Jokaisen päivän eri toimitusosoitteille kohdennetaan päivän aikana toimitettujen A levyjen kappalemäärät Pivot -työkalulla. Kuvassa 13. havainnollistetaan luodun Pivot taulun näkymää. 14. tammikuuta saapuneessa lähetyksessä on saapunut 67 metallilevyä, jotka lähetetään jatkokäsittelyyn X -toimitusosoitteeseen. Saapuneet metallilevyt vaativat arviolta 7 pakkauslavaa. Oletus on, että lähetystä purkaessa ja uudelleen pakatessa metallilevyjä tulee pakata keskimäärin 10 kappaletta pakkauslavaa kohti. Näin toimien pakkauslavalle määritetty pakkauskorkeus ei ylity.

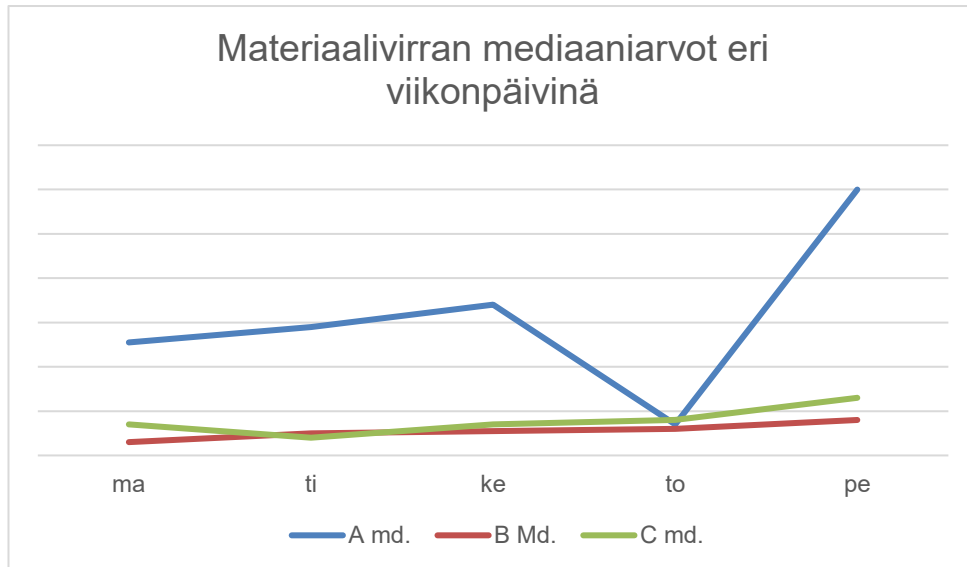
14.tammi	2	73		
X	1	67	6,7	pakkauslavaa
Y	1	6		

Kuva 13. Materiaalivirran volyymitutkimus pakkauslavojen osalta.

Pivot -taulukkoa hyödyntäen lasketaan yhteen toimituslistojen tietojen mukainen lähetysosoitteiden lukumäärä ja lisätään summaan arvioitu lisälavojen tarve. Lähetettävien lavojen lukumäärätietoa hyödynnetään työntutkimuksen analyysissä kappaleessa 5.3.1 määriteltäessä MOST -analyysin valmisteluajan suorituskertoja.

Materiaalivirran maksimia ja minimiä sekä viikonpäiväkohtaista mediaanivolyyymia hyödynnetään henkilöstöressurssityökalulla menneiden materiaalivirtojen vaatimia resursseja ja toteutuneita henkilöstöressursseja vertailtaessa. Lisäksi tutkitut tiedot auttavat ennustamaan tulevan materiaalivirran volyyymia. Mediaaniarvot soveltuvat käytettäväksi keskiarvoa

paremmin, koska vaihtelu on kohtalaisen suurta ja suuret poikkeamat vaikuttaisivat keskiarvoa käytettäessä keskiarvojakaumaan harhaanjohtavasti.



Kuva 14. Materiaalivirran mediaaniarvot eri viikonpäivinä.

Materiaalivirran viikonpäiväkohtaisia mediaaneja tarkastellessa kuvasta 14. havaitaan, että A tuotetyypin materiaalivirran mediaaniarvot ovat suhteellisesti suurempia ja niiden vaihtelu on suurempaa verrattuna B ja C tuotetyyppeihin. Materiaalivirran tasoa ja vaihtelun suuruutta selittää se, että A tuotetyypillä mediaaniarvot on laskettu saapuneiden kappaleiden lukumäärän mukaan ja muilla tuotetyypeillä saapuneiden erien lukumäärän mukaan. Näin ollen ne eivät ole kuvaajassa täysin vertailukelpoisia toisiinsa nähden. Kuvasta voidaan kuitenkin havaitaan, että pääsääntöisesti materiaalivirtojen volyyymien mediaanit hieman kasvavat perjantaita kohden. A, B ja C tuotetyyppien materiaalivirran maksimiarvojatarkasteltaessa havaitaan, että maksimiarvot sijoittuvat kaikki maanantaille. Materiaalivirran viikonpäiväkohtaisten mediaaniarvojen sekä tutkitun aikavälin maksimiarvojen perusteella voidaan arvioida karkeasti materiaalivirran tulevien volyyymien suuruutta.

5.4 Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu

Henkilöstöressurssien suunnittelutyökalun tavoitteena on olla mahdollisimman yksinkertainen, selkeä ja visuaalisilta ominaisuuksiltaan havaitsemista ja ymmärtämistä tehostava. Työkalu sijaitsee kokonaisuudessaan yhdellä Excel -sivulla, jotta kokonaiskuva välittyy työkalun käyttäjälle tehokkaasti. Työkalu sisältää muutamia oleellisia ohjeistavia ja selittäviä kommentteja soluissa, jotta työkalun käyttäminen helpottuu. Lisäksi työkalussa käytetään värikoodeja selkeyttämään tulosten tulkintaa. Resurssien käytön ja ajankäytön toteuma sekä tavoite esitetään sivulla taulukkona sekä ympyräkaavioina vertailun visualisoimiseksi.

Materiaalivirran ajantasaisia volyymitietoja ei saada jaettua vielä suoraan sähköisesti, joten työkalu on rakennettu siten, että sitä voidaan hyödyntää nykytilanteessa manuaalisesti. Työkalun avulla voidaan tarkastella esimerkiksi menneiden materiaalivirtojen volyymien mediaaneja, maksimiarvoja tai minimiarvoja sekä niitä vastaavaa henkilöstöressurssitarvetta ja tehdä havaintojen perusteella johtopäätöksiä tai tarkempia analyysejä tulevasta materiaalivirran volyymista.

Kuvassa 15. esitetään henkilöstöressurssien suunnittelutyökalun rakennetta. Työkalua käyttäessä tuotetyypeille valitaan manuaalisesti ensimmäisenä saapuvien erien sisältämien yksiköiden kappalemäärä tai saapuvien erien lukumäärä kuvan keskimmäiseen taulukkoon volyymisarakkeen alle oikean tuotetyypin osoittamalle riville. Tuotetyyppikohtainen oikea valinta kappalemäärän tai erän valintaan ohjeistetaan solun kommentissa. Valittu luku ohjautuu kyseisen tuotteen MOST -analyysiin, jonka kautta tuloksena saadaan näkyviin tuotetyyppikohtainen henkilöstöressurssitarve syötetyillä volyymilla sekunteina, minuutteina, tunteina sekä tuotetyypin resurssitarpeen suhde verrattuna tekemisajan resurssitarpeeseen yhteensä.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	PROCESS INTELLIGENCE TOOL							TOTEUMA					
2	Henkilöstöresurssit							Aikalaji	% (7,5h)	h/vuoro (7,5 h / vrk)	Ero %	Ero h	
3								Tekemisaika					
4	Aamuvuoro		hkl		resurssit alimitoitettu			Apuaika					
5	Iltavuoro		hkl		optimaaliset resurssit			Häiriöaika					
6	Yövuoro		hkl		resurssit ylimitoitettu			Ylimääräinen taukoaik:					
7	Henk.res. Yht. per päivä		hkl					Yht					
8	Työaikaresurssi yht.		h / vrk		Lisätyön tarve päivälle (h)								
9													
10													
11													
12	Typpi	Volyyymi	Työaika (Sek.)	Työaika (Min.)	Työaika (h)	% Osuus	TAVOITE						
13	A						Aikalaji	%	h/vuoro	h/ vrk			
14	B						Tekemisaika	57 %	4,3				
15	C						Apuaika						
16	D						Häiriöaika						
17	E						Ylimääräinen taukoaik:	0 %	0,0	0,0			
18	Tekemisaika yht.												
19	Apuaika yht.												
20	Häiriöaika yht.												
21	YHTEENSÄ												

Kuva 15. Henkilöstöresurssien suunnittelutyökalun rakenne.

Tämän jälkeen valitaan työntekijöiden lukumäärä erikseen aamuvuoroon, päivävuoroon ja iltavuoroon. Apuaika tunteina valitulla henkilöstöresurssimäärällä lasketaan määritetyn vuorokohtaisen apuajan tuntimäärän ja henkilöstön lukumäärän tulona. Näin jokaisen työntekijän vuorokohtaiset tauot ja muut apuajan tehtävät tulevat huomioiduiksi resurssitarpeessa. Häiriöaika määritetään pysyvän päiväkohtaisena vakiona. Tarkemmin apuajan ja häiriöajan sisältämistä tehtävistä kerrotaan kappaleessa 5.3.2.

Työkalu laskee työntekijöiden määrän ja yhden standardityövuoron 7,5 tunnin tulon, ja tuloksena saadaan valittu henkilöstöresurssien määrä tunteina. Tekemisajan, apuajan ja häiriöajan henkilöstöresurssitarve vuorokaudessa jaetaan jokainen valitulla henkilöstöresurssien määrällä tunneissa. Tuloksena saadaan kunkin aikalajin osuus kokonaistyöajasta.

Työkalussa on nostettu selvyiden vuoksi erilleen lisätyön tarve valituilla henkilöstöresurssilla. Resurssien kohdistuessa optimaalisesti värjäytyy lisätyön tarpeen ilmoittava solu vihreäksi. Ylimitoitetuista resurssista solussa ilmoitetaan miinusmerkkisenä ylimääräinen tauko aika ja solu värjäytyy punaiseksi. Resurssien ollessa alimitoitettua ilmoittaa solu lisätyön tarpeen plusmerkkisenä tuntimääränä ja solu värjäytyy keltaiseksi.

Resurssienkäytön toteumaa verrataan asetettuun tavoitteeseen. Tavoite ylimääräiselle taukoajalle on nolla ja tekemisajalle 4,3 tuntia vuorossa. Mikäli toteuman ja tavoitteen prosentuaalinen erotus on miinusta, on tekemisaikaa tavoitetta enemmän. Mikäli prosentuaalinen erotus on plussaa on tekemisaikaa tavoitetta vähemmän. Taulukosta ilmenee lisäksi, kuinka monta tuntia tekemisaikaa on tavoitetta vähemmän tai enemmän.

Tulokset ja kehitysehdotukset

Työntutkimuksen tuloksena saadaan yksityiskohtainen Excel-sivulle rakennettu MOST -analyysi viidestä eri työprosessista, joita levyhalli 1:ssä suoritetaan. Materiaalivirran volyymitutkimuksen tulosten perusteella saadaan määritettyä työntutkimukseen tieto valmistelu aikaan kuuluvien tapahtumien osuudesta vaiheajan tapahtumiin verrattuna, mikä parantaa tulosten hyödyntämismahdollisuuksia ja luotettavuutta. MOST -analyysin perusteella saadaan tietoa niin yksittäisistä työvaiheista kuin erityyppisten työvaiheiden määrällisestä suhteesta verrattuna kaikkiin työvaiheisiin.

MOST -analyysin perusteella saadaan määriteltyä tarkasti sekuntimäärät, jotka työprosessit nykytilanteessa valitulla materiaalivirran volyymilla vaativat. Työntutkimuksen tulokset on implementoitu henkilöstöressurssien suunnittelutyökaluun onnistuneesti. Työnjohto voi syöttää materiaalivirran volyymitiedot resurssien suunnittelutyökaluun ja tulosten perusteella optimoida henkilöstöressurssien määrän jatkossa hyödyntämällä erilaisia henkilöstökäytäntöjen menetelmiä. Lisäksi tutkittujen toimitustietojen analyysin tulosten avulla voidaan tarkastella työkalulla henkilöstöressurssien kuormitussuhdetta kolmen kuukauden menneellä aikavälillä. Toimitustietojen analyysin viikonpäiväkohtaisien mediaanien ja menneiden aikavälin maksimiarvojen tutkimisen tulokset auttavat ennustamaan tulevia materiaalivirran volyymeja ja varautumaan niihin riittävin resurssein.

Seuraavassa kappaleessa esitetään kaikkien havaintojen pohjalta oleellisimpia kehystoimenpiteitä työn organisoinnissa ja työmenetelmissä työprosessien sujuvoittamiseksi, työskentelyergonomian ja turvallisuuden parantamiseksi ja liikesarjojen resurssikuormituksen keventämiseksi ja tasapainottamiseksi. Esitettyjä kehitysehdotuksia simuloidaan MOST -analyysiin ja tulokseksi saadaan kehitysehdotusten toteuttamisella aikaansaatu työprosessin tehostaminen. Tämän jälkeen arvioidaan tulosten luotettavuutta, tarkkuutta ja häiriötekijöitä. Lopuksi esitetään vielä tulosten yhteenveto.

6.1 Kehitysehdotukset ja havainnot

Koneiden ja laitteiden kehittäminen tai uusiminen vaatii tyypillisesti merkittäviä investointeja sekä suunnittelu-aikaa, eikä muutoksia siten voida useinkaan toteuttaa lyhyellä aikavälillä. Koneiden tai laitteiden investointien kustannukset saattavat myös ylittää niiden mahdollistamat kustannussäästöt työprosessissa. Lisäksi ulkoistettuna toimijana asiakasyrityksen levyhallissa etenkin kiinteisiin koneisiin tai laitteisiin investoiminen ei välttämättä ole mahdollista tai järkevää. Koneajan osuus levyhallin toiminnassa on usean tuotetyypin työprosessissa kuitenkin merkittävä, ja näitä työprosesseja voidaan pyrkiä tehostamaan kehittämällä työmenetelmiä siten, että koneajan aikana voitaisiin samanaikaisesti suorittaa mahdollisimman paljon muita tarpeellisia tehtäviä. Lisäksi koneiden avulla suoritettavien materiaalinsiirtojen määrää voidaan pyrkiä työprosessin uudelleensuunnittelulla vähentämään ja siirtomatkoja voidaan layoutin uudelleensuunnittelulla lyhentää.

Työntutkimuksen tuloksien perusteella kohdennetaan kehityssuunnittelu erityisesti kehitystoimiin, joita on mahdollista toteuttaa jo lyhyemmällä aikavälillä. Lyhyemmän aikavälin kehitystoimissa pyritään tehostamaan prosesseja erityisesti käsiaikaan kuuluvien liikesarjojen muutoksilla mahdollisimman sujuviksi. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaista liikesarjan sekä yksittäisen liikesarjan tapahtumaa tarkastellaan kriittisesti harkiten sen tarpeellisuutta ja tutkien vaihtoehtoisia suoritusmenetelmiä vastaavan tai laadukkaamman tuloksen aikaansaamiseksi tehokkaammin. Lisäksi arvioidaan liikesarjojen järjestystä sekä mahdollisuutta muuttaa järjestystä siten, että prosessi sujuvoituu. Sujuvammät menetelmät vaativat vähemmän tapahtumia tai vaihtoehtoisesti tapahtumien resurssienkuormitus on matalampi. Liikesarjojen lukumäärä siis yksittäisessä työprosessissa vähenee tai liikesarjojen tunnuskirjaimen matemaattinen työmäärä pienenee.

6.1.1 Sähköinen tiedonkeruu

Toimitusten saapuminen havaitaan vasta päivän alussa tai pitkin päivää sähköpostitse lähetettävistä toimituslistoista. Toimitukset tulisi vastaanottaa, siirtää ja pakata jatkokuljetusta odottamaan saman päivän aikana.

Toimitusajoista tai määrästä ei siis tule ennakoilmoitusta ennen kyseistä päivää, mikä vaikeuttaa resurssientarpeen ennakointia henkilöstöresurssien suunnittelutyökälulla. Tämä voi aiheuttaa väärinmitoitettuja henkilöstöresursseja, pullonkaloja ja työkuorman epätasaisuutta.

Sähköpostitse vastaanotetut toimituslistat tulostetaan, ja näiden listojen tiedoilla toimituksia vastaanotetaan, tarkastetaan ja pakataan. Tällä hetkellä esimerkiksi A tuotetyypin toimituslistoihin ainoastaan merkitään toimitukset tarkastetuksi ja listat kerätään työpöydälle pinoihin. Säilytysaikaa ei ole vakiinnutettu. Osa toimitustiedoista kirjoitetaan lisäksi erikseen paperiseen vihkoon tuotetyypin työprosessin aikana. Kirjaamisen käytännöt eivät ole vakiintuneet ja merkintätavat vaihtelevat työntekijöiden välillä. Käsien kirjoittaminen on hidasta ja pitkät merkkisarjat nostavat inhimillisten kirjaamisvirheiden riskiä. Tiedonhaku paperisista dokumenteista on työlästä ja paperiset dokumentit voivat kadota tai tuhoutua kokonaan. Kirjattuja tietoja ei välttämättä tarvittaessa löydy siis ollenkaan tai kirjaukset antavat virheellistä tietoa. Virheiden ja ylimääräisten kustannusten mahdollisuus kasvaa. Myös asiakassuhteessa voi ilmetä ongelmia, mikäli ei voida todistaa toimitusten kulkua yksikön läpi.

Tärkeää olisi kehittää asiakasyrityksen kanssa järjestelmä toimitustietojen jakamiseen siten, että parhaimmassa tapauksessa jo toimitusvolyymien ennusteista saataisiin tietoa. Lisäksi merkittävää olisi, jos tieto saataisiin jaettua reaaliaikaisesti toimituksen varmistuessa. Tällä hetkellä toimitustieto jaetaan sähköpostitse erilliseen listaan koottuna, ja näin ollen tiedonsiirron kestoon vaikuttaa merkittävästi asiakasyrityksen sähköpostin lähettäjän aikataulut ja priorisointi. Tietojen jakamisesta olisi oleellisesti hyötyä myös asiakasyritykselle, koska resurssien optimoitu kohdentaminen tiedolla johtaen vaikuttaa ulkoistetun palvelun kustannuksiin.

Mikäli toimitustietoja ei jatkossa saada jaettua vaihtoehtoisella tavalla, voidaan mahdollinen ylimääräinen tauko-aika tai koneaikojen odotusaika hyödyntää päivän aikana saapuneiden toimituslistojen muokkaamiseen sähköiseen järjestelmään, yksinkertaisesti esimerkiksi Excel -sivulle. Yksinkertaisimmillaan tulisi olla tieto varaston läpi kulkevan materiaalivirran volyymin määrästä, laadusta, saapumis- ja lähtöajankohdista sekä lähtöerien lukumääristä. Vaihtoehtona manuaaliselle tietokoneelle kirjaamiselle ovat myös erilaiset viivakoodinlukijat, joiden hankinta voisi olla oleellinen investointi. Toimituksen saapuessa voidaan toimitus tarkastaa kirjaamalla sujuvin ja luotettavin kuittausmenetelmin materiaalitiedot ja saapumisajat suoraan työskentelypisteellä sähköisesti esimerkiksi trukkiin sopivalle korkeudelle kiinnitettävää iPadia hyödyntäen. Kerätyn tiedon avulla tulevan materiaalivirran volyyimia voidaan ennustaa päivä ja kellonaikakohtaisesti entistä tarkemmin. Lisäksi sähköisten järjestelmien hakutoimintojen avulla tiedon etsiminen on vaivatonta.

6.1.2 Pakkausalueen layoutin ja työskentelytasojen parantaminen

Työskentelyergonomia erityisesti A tuotetyypin pakkausalueella on haastava, koska pakkaamiselle ei ole työpöytiä tai tasoja ja levyt nostellaan käsin trukin päällä olevalta saapuneelta kuormalavalta lattiatasolle nostetuille kauluslavoille. Pakattavat levyt ovat eri muotoisia ja kokoisia, minkä takia niiden sijoittelu kauluslavalle mahdollisimman tiiviisti on haastavaa ja vaatii toisinaan levyjen pyörittelyä, kääntelyä ja nostelua. Levyjä pakatessa voi joutua järjestelemään ja nostelemaan jo pakattuja levyjä uudestaan, jotta pakkauslava pysyy tasapainoisena tai, jotta myöhemmin kuormasta purettava suurikokoinen levy saadaan sijoitettua lavalle järkevästi. Pakkausalueella ei ole valmiina mitään työskentelyvälineitä tai tarvikkeita, eikä niille ole sopivia lasku- tai säilytyspaikkoja. Tästä johtuen kuormaa purkaessa tavaroita, kuten nitojaa, toimituslistaa, vihkoa, lähetyslomaketta ja kynää tasapainotellaan mukana tai asetellaan taskuun. Tavaroiden hakeminen ja palauttaminen paikalleen vaatii

siirtymisiä. Kirjaamiselle ei ole työskentelytasoja, joten vihkoa tuetaan kirjoittaessa esimerkiksi polveen, mikä hidastaa työtä ja vaatii kumartumista.

Kauluslavoja, joille levyjä pakataan, sijoitellaan nykytilanteessa epäjärjestelmällisesti lattialle, koska alueella ei ole merkattuna sijainteja, joihin saapunut kuorma olisi hyvä sijoittaa tai kauluslavat asettaa työnkulun sujuvoittamiseksi. Näin ollen lähetystä pakatessa pakkauslavojen välistä on ahdas kulkea ja niiden päältä myös kävellään. Ahtaat välit ja kiipeily lavojen päällä nostaa loukkaantumisen riskiä, mikäli lavoihin tai levyihin esimerkiksi kompastutaan. Pakattu lähetys voi jäädä muiden vielä kesken olevien pakkauslavojen väliin, jolloin pakkausalue ruuhkautuu tarpeettomasti tai lavoja täytyy siirrellä pois tieltä, jotta valmiin lähetyksen saa siirrettyä lähetyalueelle.

Saapuneella lavalla levyt on pakattu satunnaiseen järjestykseen eli samankokoisia levyjä ei ole ryhmitelty lavoille. Levyt ovat trukin piikeille nostettuna vapaana kauluksettoman kuormalavan päällä pinossa, mikä aiheuttaa riskin levypinon sortumisesta työntekijän päälle siirron tai kuormanpurun aikana.

Työskentely rasittaa muun muassa työntekijän selkää ja polvia, mistä voi aiheutua terveysongelmia ja sairaspotilaita. Jatkuva kumartuminen, nouseminen, lavojen kiertäminen, oikean lavan etsiminen, lavojen ylimääräiset siirrot sekä materiaalien asettelu käännellen vaatii merkittävästi resursseja, mikä näkyy liikesarjojen analyysissä erityisesti A, B ja P tunnuskirjaimien lukumäärässä ja matemaattisten työmäärien suuruudessa. Työtapaturmien mahdollisuutta tulisi vähentää.

Pakkauslavat tulisi nostaa työskentelykorkeudelle siten, että levyjä lavalle siirtäessä ei tarvitse kumartua. Sähköinen korkeussäädettävä taso mahdollistaisi eri pituisten työntekijöiden vaivattoman työskentelyn.

Pakkausalueella tulisi olla järjestelmälliset sijainnit kaikille työskentelyvälineille ja tarvikkeille sekä tila kirjoittamiseen. Sijainnit tulee suunnitella siten, että esineen haltuunotto vaatii mahdollisimman vähän siirtymisiä, kurottelua, kumartelua tai etsimistä. Esimerkiksi työskentelypisteellä tarvittaville välineille

työpöydän etureunan alapuolella, korkeudella johon esineen haltuunotto ei vaadi kumartumista voisi olla soveltuva sijainti. Mahdollisesti rullilla liikuteltava rullakko voisi myös soveltua välineiden säilytyspisteeksi. Välineiden paikat olisi hyvä merkitä selkein ja visuaalisesti kuvaavin merkinnöin, jotta oikean paikan löytää vaivattomasti.

Trukkien säilytyspiste voisi sijaita saapumisalueiden ja lähetysalueen välissä pakkausalueen vieressä, jolloin trukin noutamiseen ja palauttamiseen ei kuluisi ylimääräistä aikaa. Trukissa olisi myös hyvä olla esimerkiksi toimituslistalle, lähetyslomakkeille, nitojalle ja kynälle kuljetuslaatikko sekä kirjoitustaso, jotta lähetyspisteellä suoritettava B tuotetyypin lähetyksen tarkastus sekä lähetyslomakkeen kirjoittaminen ja kiinnittäminen onnistuvat vaivattomasti, eikä tavaroita tarvitse erikseen hakea.

Saapunut toimitus olisi hyvä pakata lavakauluksen sisään jo toimittajan toimesta tai muulla tapaa kiinnittäen varmistaa levypinon tasapainossa pysyminen. Mikäli kauluksen lisääminen ei onnistu, työtaturman sekä sortuneiden levyjen nostamisen aiheuttaman työprosessin hidastumisen riskiä voidaan vähentää esimerkiksi siirtämällä saapunut kuormalava trukin piikeiltä vakaalle työpöydälle. Työpöydässä voisi olla lisäksi esimerkiksi työntekijää suojaava sähköisesti säädettävä reuna, joka laskeutuu metallilevypinon madaltumisen mukaisesti. Säädettävä pöydän reunus ei aiheuttaisi tarpeetonta kurkottelua tai levyn nostamista kiinteän reunan yli pinon madaltuessa.

6.1.3 Saapuneen toimituksen havaitseminen

Tällä hetkellä saapumisalueita ja sähköpostiviestejä toimituslistojen varalta tulee tarkkailla vuorojen aikana aktiivisesti, mikä voi tarkoittaa alueelle kävelyä pitkienkin etäisyyksien päästä useita kertoja. Sähköposti on työntekijöille yhteinen ja sitä käytetään levyhallin päätyöpisteen tietokoneella eli esimerkiksi työntekijöiden omilla puhelimilla ei ole pääsyä sähköpostiin. Saapuneesta toimituksesta voisi vastaanottaa sähköisen saapumisilmoituksen työntekijöiden

käytössä olevaan puhelimeen tai alueella voisi syttyä merkkivalo tai kuulua äänimerkki, joka tehostaisi saapuneen toimituksen havaitsemista.

6.1.4 Merkkien kirjoittamisen vähentäminen

Lähetyslomakkeeseen kirjoitetaan useita merkkejä käsin. Toimituslistoihin voisi joko painaa valmiiksi tai kirjoittaa mahdollisien koneaikojen odotusaikojen aikana merkkejä, kuten päivämäärän tai mahdollisia muita erikoismerkintöjä valmiiksi. Lähetyslomakkeiden kirjoittaminen kuuluu useimmissa työprosesseissa valmistelu-aikaan, joten vaikutus ei kuitenkaan pääsääntöisesti ole yhtä suuri vaiheajan tehtävien kehittämiseen verrattuna.

6.2 Kehitystoimien simulaation tulokset

Simulaatio suoritetaan MOST -analyysimenetelmään muokkaamalla liikesarjojen sisältöä, matemaattisten työmäärien määrää sekä korvaamalla tarpeettomat liikesarjat vaihtoehtoisilla tehokkaammilla toimintatavoilla. Tutkimus suoritetaan menneen kolmen kuukauden aikaisen keskiviikon materiaalivirran mediaanivolyymilla. Kaikkia viittä työprosessia yhteensä on mahdollista tehostaa melko lyhyelläkin aikavälillä kehitystoimien simuloimisen perusteella arviolta 24 prosenttia.

A tuotetyypin työprosessissa ylimääräiset siirtymät työvälineiden hakemiseen päätyöpisteeltä ja kumartumiset siirtojen yhteydessä poistuvat kokonaan pakkausalueen layoutin uudelleensuunnittelulla ja työskentelytasojen lisäämisellä. Esineiden asettelu näin ollen helpottuu selkeiden työvälineille ja purku- sekä pakkauslavoille suunniteltujen sijaintien myötä. Trukkialueen siirto pakkausalueen toiselle puolelle lyhentää trukilla suoritettuja siirtymiä. Trukin nouto ja palauttaminen alkuperäiselle trukki-alueelle poistuvat siten työprosessista kokonaan. Toimituslomakkeissa olevien valmiiden painettujen merkintöjen määrää lisäämällä lomakkeeseen käsin kirjoitettavien merkkien määrä vähenee. Lisäksi, mikäli lähetyksen tarkastus ja kuittaus suoritetaan

sähköisesti esimerkiksi iPadilla kirjattavien merkkien määrä vähenee merkittävästi. Simulaatio osoittaa, että työprosessia voidaan kyseisillä kehitystoimilla tehostaa arviolta 55 prosenttia.

B tuotetyypin työprosessissa työvälineet kuljetetaan trukin säilytyslaatikoissa, eikä niitä tarvitse näin ollen erikseen hakea, etsiä taskuista tai tasapainotella mukana. Trukkialueen siirron myötä trukin siirtymien matkat vähenevät. Lähetyksen tiedot kuitataan trukkiin työskentelykorkeudelle kiinnitetyn iPadin avulla sähköisesti ja lähetykslomakkeen kirjoittamiselle on työtä helpottava taso. Lisäksi lähetykslava on nostettu trukin piikeille lähetykslomakkeen lavan reunaan kiinnittämisen aikana. B tuotetyypille kehitystoimet simuloimalla työprosessia voitaisiin tehostaa arviolta 52 prosenttia.

C tuotetyypin työprosessissa valmis lähetyks jatkossa voitaisiin havaita levyhallissa äänimerkkinä tai valon syttymisenä. Parhaassa tapauksessa valmiista lähetyksestä lähtisi sähköinen ilmoitus, jolloin levyhallissa ei tarvitsisi välttämättä olla paikan päällä havainnon tekemiseksi. Lähetykslomakkeet painettaisiin erikoismerkkeille erillisiä ja lähetykslomakkeissa yleisesti olisi valmiiksi enemmän merkkejä, jolloin käsin kirjoitettavien merkkien määrä vähenee. Jo näillä kehitystoimilla saisi työprosessia tehostettua 22 prosenttia.

D tuotetyypin työprosessissa kokonaiskesto määrittyy koneajan mukaan. Käsiajan toimille tehokkuus voidaan varmistaa siten, että kappaleiden tietojen kirjaus suoritetaan rullaradan koneajan aikana ja lähetykslomakkeen kirjoittaminen ja kuljettaminen valmiin lähetyksen päätyyn suoritetaan nosturin siirtojen koneajan aikana. Mahdollisesti lähetykspisteiden sijaintia voitaisiin tulevaisuudessa muuttaa tai levyjä esimerkiksi pinota ensin rullaradan läheisyyteen ketjujen päälle, ja siirtää useampi levy kerrallaan ketjut nosturiin kiinnitettynä lähetyks kauempana sijaitsevalle lähetykspisteelle. Vastaavissa muutoksissa tulisi kuitenkin vertailla nosturin toimenpiteiden nopeuksia sekä tilojen ja koneiden kapasiteettia tarkemmilla menetelmillä.

E tuotetyypin työprosessia voidaan tehostaa varmistamalla, että tussi on mukana työtä suorittaessa ja lähetyks tietoa ei tarvitse lähetykspisteeltä käydä

tarkistamassa rullaradan edustan näytöltä erikseen, jotta sen voi kirjoittaa profiilipinon päälle. Lisäksi pakkausvannetta tulee leikata kerralla riittävästi, jotta sitä ei tarvitse hakea lisää. Vannekelavaunun voisi nostaa työskentelykorkeudelle, ettei pakkausvannetta leikatessa tarvitse kumartua. Lähetyskylttien laatikko tulisi samoin nostaa työskentelykorkeudelle. Profiilipäiden maalaukseen käytettävä spray voitaisiin myös sijoittaa rullaradan viereen tasolle siten, ettei sitä noutaessa tarvitse kävellä ja kumartua. Lisäksi välipukkien säilytyspaikkaa voitaisiin mahdollisesti siirtää lähemmäs lähetyspistettä. Työprosessia saataisiin tehostettua kehitystoimin arviolta 8 prosenttia.

6.3 Tulosten luotettavuus, tarkkuus ja häiriötekijät

Työntutkimusta suorittaessa havaitaan, että työmenetelmät vaihtelevat ja mahdollisesti työntutkimuksessa jokin työvaihe tai sen osa on kuvattu liikesarjoissa työhajeista tai normaalitilanteesta poikkeavalla tavalla. Työntutkimus antaa kuitenkin kokonaisuudessaan nykytilanteesta riittävän tarkan kuvan eri työprosessien kulusta, työn tavoitteista sekä resurssitarpeesta pienistä liikesarjojen tapahtumiin mahdollisesti kirjatuista poikkeamista huolimatta. Työntutkimuksen tavoitteena on henkilöstöresurssien tarpeen määrityksen ohella myös työprosessien kehitys, joten analyysia tarkastellessa liikesarjoja pyritään sujuvoittamaan valitsemalla tavoitteiden täyttämiseksi parhaat menetelmät. Oleellista on siis tehdyn analyysin pohjalta suunnitella kehitystoimet työntutkimusanalyysiin simuloimalla, jalkauttaa kehitystoimet ja tämän jälkeen testata kehitystoimien tavoitteiden toteutuminen rakennetun työntutkimusanalyysityökalun avulla.

Materiaalivirran analyysin virhemarginaaliksi määritetään arviolta 5 prosenttia. Materiaalivirran volyymitutkimuksessa tietoja kerätään paperisista dokumenteista, joista noin 2 prosenttia on tuhoutunut siten, että tiedoista ei saa selvää ja lisäksi mahdollisuus sille, että osa dokumenteista puuttuu kokonaan on kohtalainen. Dokumenttien tiedot ovat osittain puutteellisia. Puutteellisen tiedon takia analysoidessa on tehty lisäksi olettamuksia esimerkiksi A

tuotetyypin lähtevien lavojen määrästä, joka vaikuttaa sekä työntutkimuksen valmisteluaikojen suorituskertojen määrittelyyn, että henkilöstöresurssien tarpeen määrittämiseen henkilöstöresurssien suunnittelutyökalussa. Lisäksi dokumenteista puuttuu saapuvien toimitusten ja lähtevien toimitusten kellonaikatiedot, joten työkuorman tasapainotuksen tutkimus työpäivän aikana perustuu volyymin keskimääräiseen jakautumiseen päivän ajalle.

Nykytilanteessa toimitusten saapumisajankohdasta tai materiaalivirran volyymista ei saada vielä ennakoivasti todellista tarkkaa tietoa asiakasyritykseltä sähköisesti jaettuna. Henkilöstöresurssien suunnittelutyökalulla henkilöstöresurssien tarpeen määrittely siis yhä tällä hetkellä pohjautuu menneiden materiaalivirtojen tutkimisesta luotuihin johtopäätöksiin ja näiden pohjalta luotaviin ennusteisiin materiaalivirran tulevasta volyymista. Henkilöstöresurssien ajoittaminen vuorokauden ajalle täysin optimaalisesti siten, että resurssit kohdennetaan saapuvan materiaalivirran piikkien mukaisesti on yhä tästä syystä haastava, mikä voi johtaa virheellisesti määritettyihin resursseihin.

6.4 Tulosten yhteenveto

Työn tulokset kuvaavat levyhallin materiaalivirtojen volyymien kasvupotentiaalia sekä henkilöstöresurssivaatimuksia volyymien mahdollisissa muutoksissa. Tavoitteissa onnistuttiin, ja henkilöstöresurssien määrää on mahdollista jatkossa arvioida ja kohdentaa tutkitun tiedon pohjalta rakennettujen työkalujen avulla tehokkaasti.

Työn tuottavuus ja kustannustehokkuus paranee, koska optimaalisesti mitoitettuina henkilöstöresurssien käytöstä ei aiheudu hukkaa ja tarpeettomia kustannuksia. Pitkän aikavälin henkilöstösuunnittelu sekä lyhyen aikavälin työvuorolistojen suunnittelu helpottuvat. Laadukkaalla ja oikea-aikaisella henkilöstösuunnittelulla työhyvinvointi paranee työkuorman jakautuessa työntekijöiden ja vuorojen välillä tasaisesti. Lisäksi materiaalivirran ennustettavuuden tehostuessa työtä ei tarvitse jatkuvasti odottamattomien

volyyminvaihteluiden takia organisoida uudestaan. Mahdollisten äkillisten poissaolotapausten tai materiaalivirran odottamattomien volyympiikkien vaatima uudelleenorganisointi helpottuu, koska todellinen resurssitarve on tiedossa, ja lisäksi muiden osastojen henkilöstöä voidaan vaivattomammin ohjata levyhalliin tuuraamaan, koska työprosesseista luodut vuokaaviot ja kuvaukset mahdollistavat tehokkaamman perehdytyksen tehtäviin. Lisäksi graafiset ja selkeät prosessikuvaukset vähentävät työmenetelmien vaihtelua työntekijöiden välillä sekä virheitä ja hukkaa.

Erityisesti siirtymisiin, materiaalin siirtoihin ja kumartumisten sekä nostojen määrään työprosessissa on oleellista kohdistaa kehitystyötä. Lisäksi sähköinen tiedonkeruu on oleellista jalkauttaa osaksi toimintaa. Layoutia tulee kehittää siten, että siirtojen välimatkat minimoidaan ja työskentelypisteitä parannetaan. Työskentelypisteille tulisi lisätä kuorman purku- ja pakkaustasoja ja työvälineille suunnitella selkeät ja soveltuvat paikat siten, että työskennellessä niiden käyttö onnistuu vaivattomasti.

Analyysi ja kehitysehdotukset antavat arvokasta tietoa muun muassa käynnissä olevaan layoutin uudelleensuunnitteluhankkeeseen. Kehitystoimet sujuvoittavat työprosesseja ja parantavat työskentelyn ergonomiaa ja turvallisuutta. Lisäksi kehitystoimet parantavat työn laatua ja vähentävät virheiden mahdollisuutta.

MOST -työntutkimusanalyysin avulla kehitystoimien todellista vaikuttavuutta simuloidaan ennalta, jolloin kehitystoimet voidaan tutkitusti kohdistaa merkittäviin seikkoihin. Lisäksi työntutkimusanalyysin avulla voidaan seurata kehityksen toteutumista ja suunnitella mahdollisia jatkokehitystoimia. Suunnitelluilla kehitystoimilla voidaan parantaa työhyvinvointia sekä aikaansaada merkittäviä kustannussäästöjä. Työntutkimus kuvaa tarkasti koneiden, tilojen ja laitteiden nykyhetken kapasiteettia. Tulosten pohjalta on mahdollista harkita pidemmällä aikavälillä toteutettavia investointeja koneiden suorittamien tapahtumien tehostamiseksi.

Jatkokehityksessä, tiedonjaon ja -keruun yhä tehostuessa sähköisten järjestelmien käyttöönotolla, henkilöstöressurssien suunnittelutyökalulla

tapahtuvaa henkilöstösuunnittelua voidaan jalostaa yhä ennakoivampaan suuntaan ja tarkemmin resursseja optimoivaksi. Lisäksi MOST -menetelmän soveltaminen levyhallissa helpottaa muiden yksikön operoimien alueiden työntutkimusten suorittamista.

Johtopäätökset

Opinnäytetyö logistiikan henkilöstöressurssien optimoinnista ja tutkimustyö tuotantovolyymien muutosten aiheuttamista vaikutuksista opettaa havaitsemaan ja arvioimaan laajasti tilanteiden syy- ja seurassuhteita. MOST -työntutkimuksella saadaan kerättyä monipuolisesti tietoa erityisesti suorittavasta työstä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Nopeasti muuttuvassa ympäristössä päätöksenteon ja tiedolla johtamisen tueksi tarvitaan todellista paikallisesti tutkittua tietoa ja tarkoitukseensa suunniteltuja tietojärjestelmiä, joiden avulla tietoa saadaan analysoitua luotettavasti tulkittavissa olevaan muotoon. Tiedolla johtaminen on oleellinen taito työelämän yhä nopeammin muuttuvissa tilanteissa luovimiseen.

Asiantuntemus sisälogistiikan toimista, työntutkimusmenetelmistä, Microsoft Excel -sovelluksesta, tietojen analysoinnista sekä tutkimus- ja kehitysprojektin johtamisesta kehittyvät opinnäytetyöprosessin aikana. Työntutkimuksen suorittaminen kehittää kykyä dokumentoida tarkkaa ja luotettavaa tietoa analysoitavaan muotoon. Lisäksi kehitystarpeiden esille nostaminen analyysimenetelmiä hyödyntäen paranee. Tutkimusmenetelmän laadukas soveltaminen mahdollistaa suunniteltujen kehitystoimien avulla saavutettavien tulosten simuloimisen. Näin varmistuu, että kehitystoimet kohdistetaan kokonaisuuden kannalta oleellisiin ja toimintaa merkittävästi parantaviin tai tehostaviin asioihin.

Lisäksi opinnäytetyöprosessissa oppii erityisesti henkilöstöressurssien johtamiseen liittyviä lainalaisuuksia. Henkilöstöressursseihin kohdistuvassa tutkimus- ja kehitystyössä on tutkimusprosessi lainmukaisesti suoritettava avoimesti ja ehdottomasti siten, että työntekijöiden oikeudet toteutuvat. Avoin viestintä tutkijan ja työntekijöiden välillä työntutkimusprosessin eri vaiheissa on tärkeää, koska se lisää työntekijöiden ymmärrystä prosessista ja tavoitteista. Lisäksi työntekijöihin tutustuminen sujuvoittaa tutkimuspäivän kulkua sekä parantaa luottamuksellista ilmapiiriä. Luottamuksellisen ilmapiirin myötä työntekijöiden kynnys jakaa havaintojaan työstä madaltuu. Työntekijöiden

havainnot ja asiantuntemus työstä sekä siinä mahdollisesti esiintyvistä haasteista ovat merkittävä lisä tutkijan lyhytaikaisempien havainnointijaksojen huomioiden lisäksi.

Työntekijöiden osallistaminen työntutkimukseen jo aikaisessa vaiheessa mahdollisesti sitouttaa paremmin kehitystoimiin, joita työntutkimuksen tuloksien perusteella toimeenpannaan. Työtutkimuksen tulosten perusteella edistettävät muutokset otetaan työntekijöiden keskuudessa tavallisesti positiivisemmin vastaan, kun niitä osataan odottaa ja etenkin, kun niiden suunnitteluun on päästy vaikuttamaan. Oleellista kehitystoimien ja muutosten toteuttamisen onnistumiselle on se, että työntekijät ymmärtävät, miksi muutoksia tehdään ja, mitä niillä tavoitellaan. Lähitulevaisuudessa järjestetään työntekijöille yhteinen tilaisuus, jossa käydään selkeästi läpi saavutetut tulokset sekä tulosten perusteella arvioidut tarpeelliset kehitystoimet.

Opinnäytetyöprosessissa suurimpia tutkimustulosten virhemarginaaliin ja aikataulutukseen vaikuttavia haasteita kohdataan materiaalivirran volyymien sähköisen tiedon jakamisen epäonnistuessa. Paperisten dokumenttien tieto ei ole yhtä luotettavaa kuin sähköinen, ja ajankäyttöä tulee suunnitella uudestaan ja priorisoida tutkimustiedon keruuseen manuaalisesti. Lisäksi aikataulut viivästyvät ja osa yhteistyöpalavereista peruuntuu koronaviruspandemian aiheuttamien haasteiden takia. Aikataulun viivästymisen takia muun muassa tulosten läpikäynti työntekijöiden kanssa saadaan järjestymään vasta opinnäytetyöprosessin päättymisen jälkeen.

Opinnäytetyön kirjoittamisen haasteena on kerätyn tiedon laajuus ja hyödyntämismahdollisuuksien lukuisa määrä. Tutkimustyön kohdentaminen määritettyjen tavoitteiden kannalta oleellisiin seikkoihin on haastavaa, koska erilaisia tutkimusmahdollisuuksia ja näkökulmia voisi tiedoista poimia lähes rajattomasti. Oleellista kuitenkin tavoitteiden kannalta on kohdentaa analyysi siten, että tuloksena levyhallin toiminnasta muodostuu riittävän tarkka kokonaiskuva henkilöstöressurssien tarpeen suunnittelemiseksi ja työprosessien kehittämiseksi. Tavoitteiden kannalta oleellisinta on, että henkilöstöressurssien suunnittelutyökalu saadaan käyttöönotettua työnjohdon tueksi.

Toimeksiantajan tavoitteet täytetään ja tuloksena saatua työkalua ja työntutkimusta tullaan laajasti hyödyntämään yrityksessä tulevaisuudessa henkilöstöressurssien optimoinnissa sekä toiminnan yleisessä kehittämisessä. Kehityshanke layoutin uudelleensuunnitteluun on tällä hetkellä meneillään, joten osa opinnäytetyössä esiin nostetuista kehitysehdotuksista saadaan toteutumaan jo lyhyellä aikavälillä. Lisäksi opinnäytetyössä selkeästi avattuja työntutkimus- ja analysointimenetelmiä voidaan soveltaa ja hyödyntää laajalaisesti tutkimus- ja kehitystoiminnassa eri aloilla. Automaation, tietojärjestelmien ja työn sisällön kehittyessä työntutkimuksen avulla saadaan laajemmin tutkittua erityisesti työajan käyttöä, yhteistoimintaa, menetelmien vakiinnuttamista sekä kehittämiskohteita. Työntutkimus on merkittävä menetelmä myös tulevaisuudessa.

Lähteet

Ahokas, P.; Tiihonen, J.; Neuvonen, J. & Suikki, M. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. EK-SAK tuottavuustyöryhmä. https://www.teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf

Haverila, M.; Uusi-Rauva, E.; Kouri, I. & Miettinen, A. Teollisuustalous. 2009. 6., painos. Tampere: Infacts.

HUB logistics 2022a. Suomalaiset logistiikkayritykset pärjäävät globaalissa kilpailussa – kunhan viisi asiaa on kunnossa. Kauppalehti kumppanisisällöt 17.1.2022. Viitattu 30.5.2022. <https://www.kauppalehti.fi/kumppanisisallot/hub-logistics/suomalaiset-logistiikkayritykset-parjaavat-globaalissa-kilpailussa-kunhan-viisi-asiaa-on-kunnossa/>

HUB logistics 2022b. MOST -koulutusmateriaali. HUB logistics Finland Oy.

HUB logistics 2022c. Tietoa meistä. Viitattu 31.5.2022 <https://hub.fi/hub-logistics-yritys/hub-logistics-tietoa-meista/>

Kamensky, M. 2014. Strateginen johtaminen: Menestyksen timantti. 4., tarkistettu painos. Helsinki: Talentum.

Laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta. 20.1.2006/44. Annettu Helsingissä 20.1.2006. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060044#O1>

Logistiikan maailma. 2022. Varastointikustannukset. Viitattu 30.5.2022 <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastointikustannukset/>

Martinsuo, M.; Lyly-Yrjänäinen, J.; Mäkinen, S. & Suomala, P. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Tienari, J. & Meriläinen, S. 2021. Johtaminen ja globaali talous. 5., uudistettu painos. Helsinki: Alma Talent.

Työaikalaki. 5.7.2019/872. Annettu Helsingissä 5.7.2019. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2019/20190872>

Työsuojeluhallinto. 2021. Työsuojelun yhteistoiminta. Viitattu 31.5.2022 <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyosuojelun-yhteistoiminta>

Työsuojeluhallinto. 2022a. Työsuhdeasiat tutuiksi työnantajalle - verkkoseminaari 15.2.2022. Työsuojeluhallinto – Tervettä työtä. Viitattu 31.5.2022. <https://www.youtube.com/watch?v=ZGrua-wpTHU>

Työsuojeluhallinto. 2022b. Työvuoroluettelo ja poikkeuslupa. Työsuojeluhallinto – Tervettä työtä. Viitattu 31.5.2022
<https://www.youtube.com/watch?v=uFunsL9yi0Y>

Viitala, R. 2021. Henkilöstöjohtaminen: Keskeiset käsitteet, teoriat ja trendit. Helsinki: Edita.

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehitä. 5., päivitetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Zandin K. B. 2003. MOST Work Measurement Systems. 3., painos. Boca Raton: CRC Press.

Liite 1. Siirtää -liikesarjan arvokortti

Basic -MOST -arvokortti		SIIRTÄÄ				
		A	B	G	P	arvo
arvo	A = siirtyä	B = kumartua	G = tarttua	P = asettaa	arvo	
0	ei siirtymistä	ei kumartumista	ei tarttumista	ei asettamista / pudottaa	0	
1	ulottuvilla		kevyet esineet samanaikaisesti	asettaa sivuun / helppo sovitus	1	
3	1-2 askelta	kumartua / nousta	kerätä esine / irrottaa	pieni paine / liikettä	2	3
6	3-4 askelta (3m)	kumartua / nousta raskas	näkymättömissä	huolellisuus / suuri paine / näkymättömissä /	6	
10	5-7 askelta (5m)	istuutua / nousta			10	
16	8-10 askelta (8m)	kulkea ovesta			16	

Liite 2. Siirtää ohjattuna -liikesarjan arvokortti

Basic -MOST -arvokortti		A B G M X I A SIIRTÄÄ OHJATTUNA				arvo	
arvo	A = siirtyä	B = kumartua	G = tarttua	M = käyttää: työntää, vetää, vääntää	X = koneaika / prosessiaika sekuntia joutuisuus 1.2	I = säättää työkappaletta työkalulla	arvo
0	ei siirtymistä	ei kumartumista	ei tarttumista				0
1	ulottuvilla		kevyt esine / kevyet esineet samanaikaisesti	<30 cm / painonappi / katkaisija /	0,6	1 pisteeseen	1
3	1-2 askelta	kumartua / nousta	raskas esine / kerätä esine / irrottaa	>30 cm / vastus / tarkkuus / 2	1,5	2 pisteeseen < 10 cm rajoittimeen /	3
6	3-4 askelta (3m)	kumartua / nousta raskas		2 vaihetta 1-2 askelella	2,7	2 pisteeseen > 10 cm	6
10	5-7 askelta (5m)	istuutua / nousta		3-4 vaihetta, 3-5 askelella	4,5	heittokello	10
16	8-10 askelta (8m)	kulkea ovesta		6-9 askelella	7	suuri tarkkuus	16

L

Liite 3. Käyttää truckia -liikesarjan arvokortti

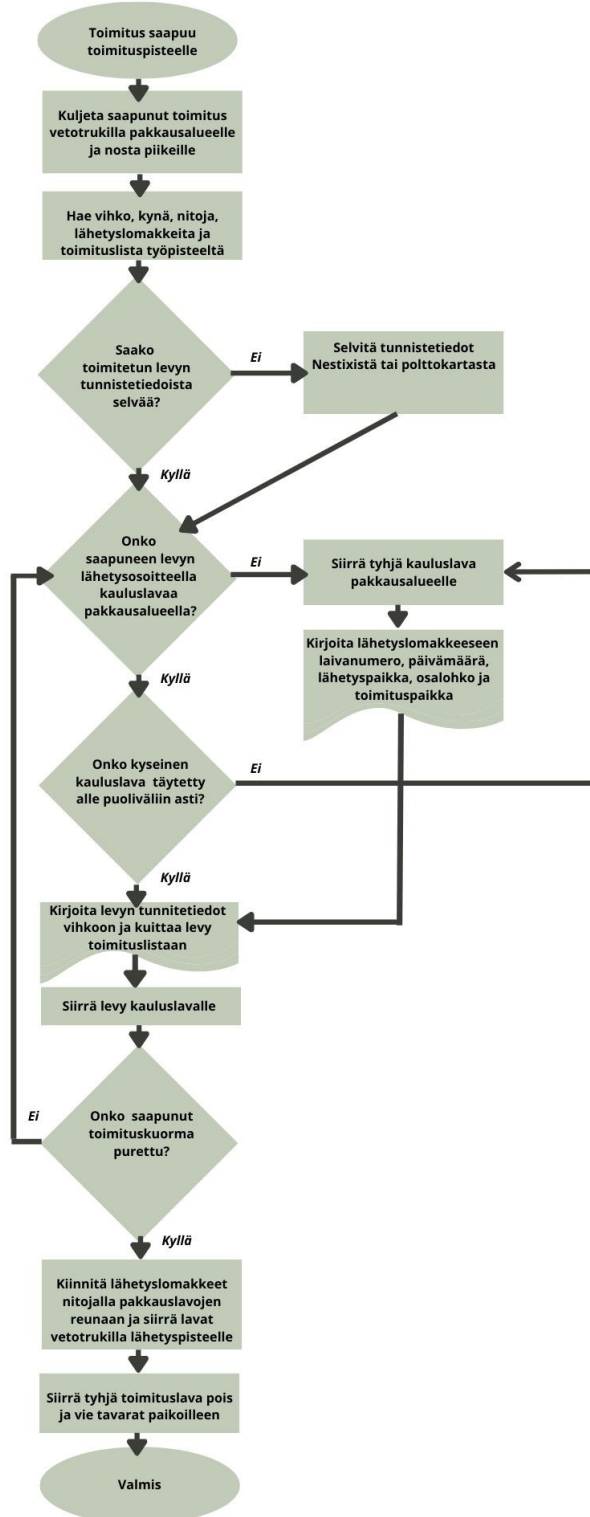
Basic-MOST-arvokortti		ASTLTLTA				KÄYTTÄÄ TRUKKIA					
arvo	A = siirtä kävellen	S = käynnistää tai pysäyttää trucki	metriä haarukk	metriä masto-	metriä masto-	metriä masto-	metriä moottor	metriä vedettäv	L = kuorman otto tai jättö trukilla	arvo	
0	ei siirtymistä ulottuvilla	kaikki trukit ei käynnistystä / pysäytystä							kaikki trukit ei oteta / jätetä kuormaa	0	
10	1-2 askelta		8m	6m	3m	4m	7m			10	
30	3-4 askelta (3m)	kävellen siirrettävä	20m	15m	8m	10m	15m		vapaasti lattialla	30	
60	5-7 askelta (5m)	seisoen / istuen ajettava	40m	30m	15m	20m	30m		rivissä lattialla	60	
90	8-10 askelta (8m)		60m	50m	25m	30m	50m		hyllyssä	90	

Liite 4. Käyttää nosturia -liikesarjan arvokortti

Basic -MOST -arvokortti		A T K F V L V P T A				KÄYTTÄÄ NOSTINTA			
arvo	A = siirtävä kävelen	T = nostimen siirto tyhjänä	K = kuorman kiinnitys /	F = kuorman vapautus/ irrotus	V = kuorman nosto / lasku	L = kuorman vaakasiirto	P = asettaa	arvo	
0	ei siirtymistä	ei vaakasiirtoa				ei vaakasiirtoa		0	
3	1-2 askelta		ilman suunnanmuutosta		pystyliike 20 cm		ilman ohjausta	3	
6	3-4 askelta 3m		yksi suunnanmuutos		pystyliike 40cm		ohjaus yhdellä kädellä	6	
10	5-7 askelta 5m	1,5m	kaksi suunnanmuutosta		pystyliike 75cm	1,5m	ohjaus kahdella kädellä	10	
16	8-10 askelta (8m)	4m	useita liikkeitä / varovaisuutta /		pystyliike 115cm	3m	asetus lisäliikkeellä	16	
24	12m	6m	1- tai 2-puoleinen koukku		pystyliike 150cm	5,5m	asetus useilla lisäliikkeillä	24	
32	15m	9m	koukku ja nostinliinat			8m	useita liikkeitä + voimankäyttöä	32	

Liite 5. A tuotetyypin työprosessin vuokaavio

A. Pienet metallit



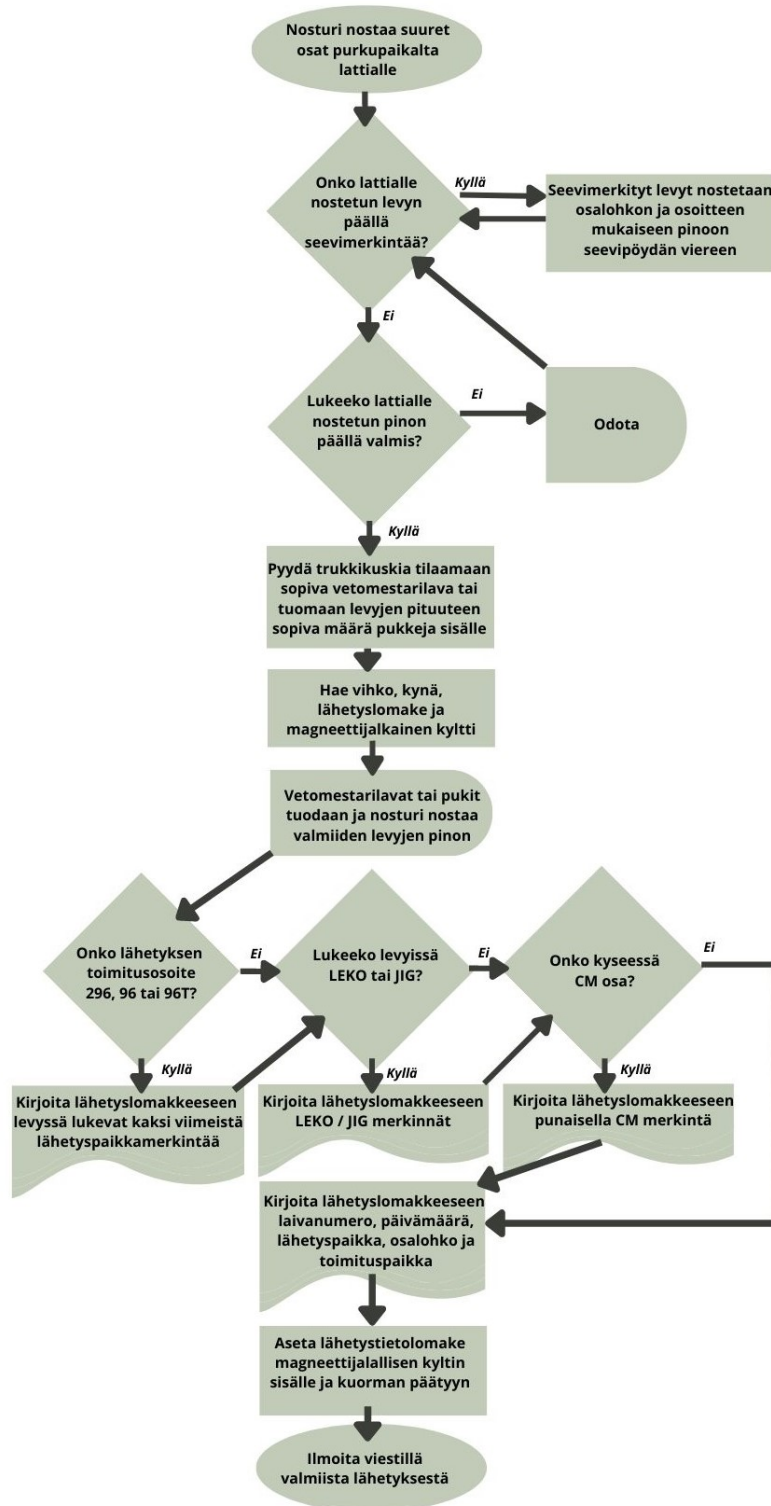
Liite 6. B tuotetyypin työprosessin vuokaavio

B. Keskiuuret metallit



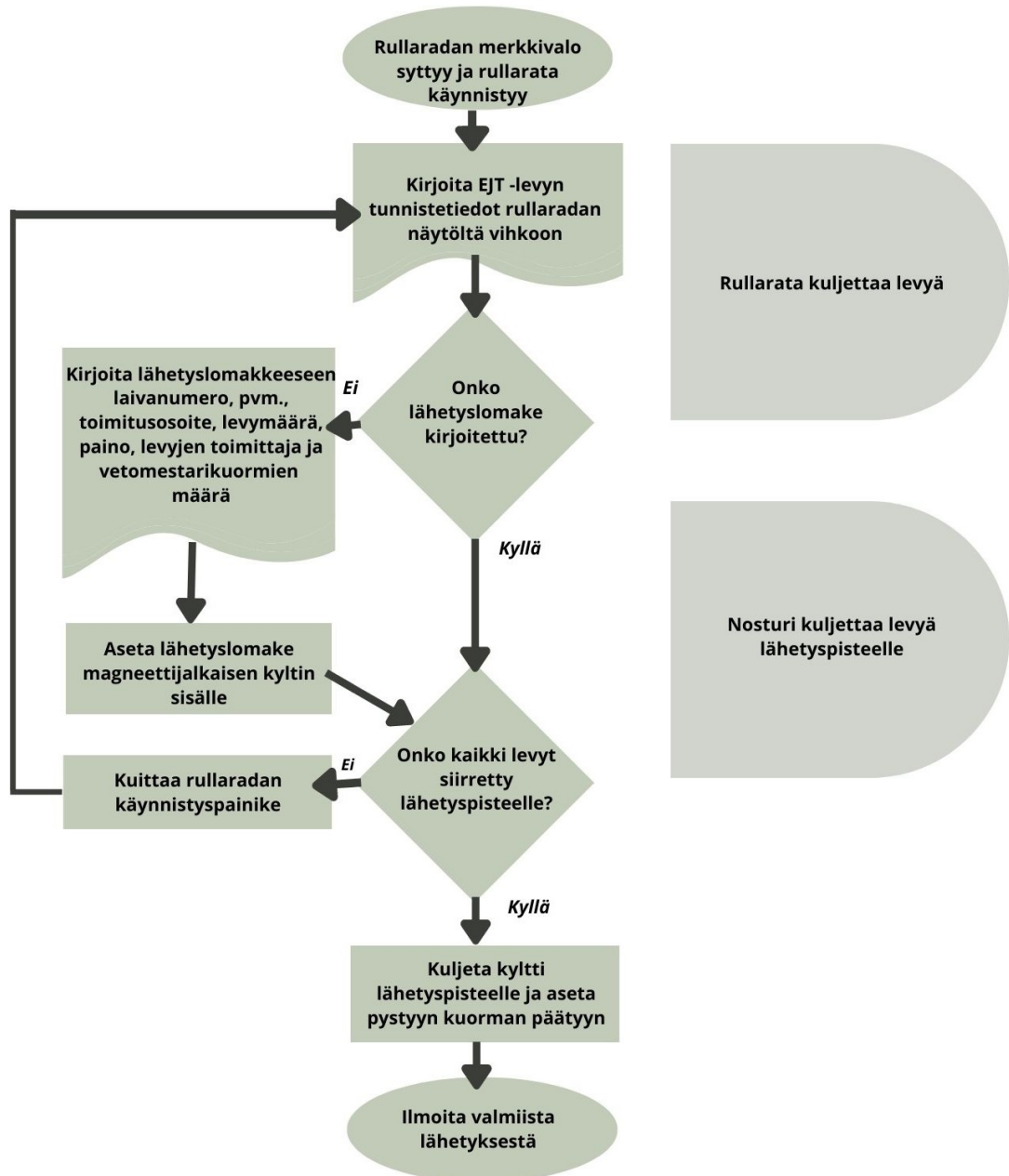
Liite 7. C tuotetyypin työprosessin vuokaavio

C. Suuret metallit



Liite 8. D tuotetyypin työprosessin vuokaavio

D. Rullarata metallilevyt



Liite 9. E tuotetyypin työprosessin työkaavio

E. Rullarata metalliprofiilit

